

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3809967 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:  
**H 04 N 9/64**  
A 61 B 1/04

②1 Aktenzeichen: P 38 09 967.5  
②2 Anmeldetag: 24. 3. 88  
④3 Offenlegungstag: 13. 10. 88

*Behördeneigentlich*

DE 3809967 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
24.03.87 JP P 069912/87 13.08.87 JP P 202730/87  
⑦1 Anmelder:  
Olympus Optical Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP  
⑦4 Vertreter:  
Kahler, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8948 Mindelheim

⑦2 Erfinder:  
Mori, Takeshi, Machida, Tokio/Tokyo, JP; Fujimori,  
Hiroyoshi, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP; Nagasaki,  
Tatsuo, Musashino, Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Farbhervorhebungsschaltung

Die Erfindung betrifft eine Farbhervorhebungsschaltung. Hierbei wird ein Farbartsignal, das ein Farbbild darstellt, moduliert, um ein moduliertes Farbartsignal zu erzeugen. Eine Phasendifferenz zwischen diesem modulierten Farbartsignal und einem Signal, das einer speziellen Farbe entspricht, wird erfaßt. Die Sättigung des Farbartsignals wird dort, wo die Phasendifferenz klein ist, verstärkt. Auf diese Weise kann ein Teil mit einem bestimmten Farbton von einem Teil der Umgebung gut unterschieden werden, deren Farbton sich von dem bestimmten Farbton unterscheidet.

DE 3809967 A1

Best Available Copy

## 1. Farbhervorhebungsschaltung, gekennzeichnet durch

- 5 — eine Farbart-Modulationseinrichtung (2) zum Modulieren von Farbartsignalen ( $R-Y$ ,  $B-Y$ ), die ein Farbbild darstellen, und zum Ausgeben von modulierten Farbartsignalen ( $A$ ),
- eine Farbbestimmungseinrichtung (3) zum Bestimmen der Phase eines bei der Modulation verwendeten Signals ( $\sin \Theta$ ) und zum Ausgeben eines bestimmten Farbartsignals ( $M$ ) für eine Modulation, das dieser Bestimmung entspricht,
- 10 — eine Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen einer Farbtondifferenz zwischen dem modulierten Farbartsignal und dem bestimmten Farbartsignal für die Modulation und
- eine Sättigungssteuerungseinrichtung (5) zum Steigern der Sättigung eines Teils der Farbartsignale, die ein Farbbild darstellen, wo die Farbtondifferenz klein ist.
  
- 15 2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) eine Einrichtung (43) zum Festlegen einer Sättigungs-Steigerungsbreite aufweist, um zu überprüfen, ob die Farbtondifferenz sich innerhalb eines Bereiches des Farbtonniveaus befindet oder nicht, in dem eine Sättigungssteigerung bewirkt werden soll.
- 20 3. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) eine Einrichtung ( $V_r$ ) zum Ändern des Betrages der Sättigungssteigerung aufweist, um den Betrag der Sättigungssteigerung des Farbartsignals zu variieren, der entsprechend der Beurteilung durch die Einrichtung (43) zum Festlegen der Sättigungssteigerungsbreite innerhalb des Farbtonniveaus liegt.
- 4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulationseinrichtung (2) aus zwei Multiplizierern (31, 32) zum Multiplizieren zweier Quadraturfarbartsignale ( $R-Y$ ,  $B-Y$ ) mit einer
- 25 Sinuswelle bzw. einer Cosinuswelle und einem Addierer (33) besteht.
- 5. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbbestimmungseinrichtung (3) einen Phasenschieber (35) zum Verschieben der Phase eines Signals aufweist, das für die durch die Modulationseinrichtung (2) ausgeführte Modulation verwendet wird.
- 6. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) umfaßt: eine erste Vergleichseinrichtung (36), bei der an einer Klemme das modulierte Farbartsignal ( $A$ ) und an der anderen Klemme eine Nullspannung anliegt; eine zweite Vergleichseinrichtung (37), bei der an einer Klemme das bestimmte Farbartsignal ( $M$ ) für die Modulation und an der anderen Klemme eine Nullspannung anliegt; ein Flip-Flop (38), dem die Ausgangssignale der beiden Vergleichseinrichtungen (36, 37) an eine Setzklemme bzw. eine Rücksetzklemme angelegt werden und das einen Ausgangsimpuls mit einer Breite abgibt, die der Phasendifferenz zwischen dem modulierten Farbartsignal und dem bestimmten Farbartsignal für die Modulation entspricht; eine Doppelbegrenzungsschaltung (39) zum doppelten Begrenzen des Ausgangssignals des Flip-Flops (38) auf eine konstante Breite; ein Tiefpaßfilter (41) zum Ableiten einer Tiefband-Signalkomponente aus dem Signal, das die Doppelbegrenzungsschaltung (39) durchlaufen hat; und einen Subtrahierer (42) zum Subtrahieren eines vorbestimmten Wertes von dem Signal, das das Tiefpaßfilter (41) durchlaufen hat und zum Erzeugen eines Signals, das proportional der Phasendifferenz ist, die zwischen dem modulierten Farbartsignal und dem bestimmten Farbartsignal für die
- 40 Modulation vorliegt.
- 7. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Festlegen der Breite der Sättigungssteigerung aus einer Fenster-Vergleichseinrichtung (43) besteht, die binäre Signale in Abhängigkeit davon abgibt, ob der Pegel des Signals, der der Farbtondifferenz entspricht, sich innerhalb von zwei vorbestimmten Pegeln befindet oder nicht.
- 8. Schaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden vorbestimmten Pegel variabel mit Hilfe eines Regelwiderstandes einstellbar sind.
- 9. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung ( $V_r$ ) zum Ändern des Betrages der Sättigungssteigerung aus einer Ausgangspegeländerungseinrichtung zum Verschieben des Pegels des Ausgangssignals der Einrichtung zum Festlegen der Breite der Sättigungssteigerung besteht.
- 50 10. Schaltung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sättigungssteigerungsschaltung (5) aus einem Multiplizierer (48; 49) besteht, der das Farbartsignal ( $R-Y$ ,  $B-Y$ ) mit dem Ausgangssignal der Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) multipliziert.
- 11. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) eine Farbtondifferenz-Erweiterungseinrichtung aufweist.
- 12. Schaltung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Sättigungssteigerungsschaltung (71) eine Farbtönensteigerungseinrichtung zum Steigern des Farbtons mit Hilfe eines Ausgangssignals der Farbtondifferenz-Erweiterungseinrichtung aufweist.
- 60 13. Schaltung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbtondifferenz-Erweiterungsschaltung umfaßt:
- einen A/D-Wandler (62), der ein der Farbdifferenz entsprechendes Signal einer A/D-Umwandlung unterzieht,
- 65 — einen Festspeicher (63a; 63b) zum Lesen des Sinuswertes und des Cosinuswertes eines Drehwinkels unter Verwendung eines Ausgangssignals des A/D-Wandlers als Adresse und
- einen D/A-Wandler (64a; 64b), der das aus dem Festspeicher (63a; 63b) ausgelesene digitale Signal einer Digital/Analogumwandlung unterzieht.

14. Schaltung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbtondifferenz-Erweiterungseinrichtung einen digitalen Schalter (65) aufweist, der ein Adressensignal ausgibt, das die Größe des Drehwinkels im Hinblick auf den Festwertspeicher festlegt, um somit variabel zu sein.

15. Schaltung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbtondifferenz-Erfassungsschaltung (4) einen digitalen Schalter (66) aufweist, der ein Adressensignal abgibt, das die Größe des Betrages der Sättigungssteigerung im Hinblick auf den Festspeicher (63c) festlegt.

16. Schaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) umfaßt:

- eine Absolutwertsignal-Erzeugungsschaltung (122) zum Erzeugen eines Absolutwertsignals für modulierte Farbartssignale,
- ein Tiefpaßfilter (123) zum Ableiten eines Tiefbandsignals aus dem Absolutwertsignal der Absolutwertsignal-Erzeugungsschaltung (122),
- einen Multiplizierer (124) zum Multiplizieren des Tiefbandsignals mit einem Leuchtdichtesignal, das das Farbbild bildet,
- einen Analogschalter (125), an dessen eine Eingangsklemme des Ausgangssignal des Multiplizierers (124) angelegt wird und der einen EIN/AUS-Betrieb mit einem Ausgangssignal der Fenster-Vergleichseinrichtung (43) steuert, und
- eine Integrierschaltung (129), die ein Signal integriert, das das Tiefpaßfilter (123) durchlaufen hat, um ein gemittelt Leuchtdichtesignal zu erhalten, und die das gemittelte Leuchtdichtesignal an die andere Eingangsklemme des Analogschalters (125) anlegt.

17. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (43) zum Festlegen einer Sättigungssteigerungsbreite ein Signal zum Reduzieren der Sättigung desjenigen Farbartssignals abgibt, das aus dem Bereich des Farbtonniveaus herausfällt.

18. Farbhervorhebungsschaltung, gekennzeichnet durch

- eine Farbartssignal-Modulationseinrichtung (2) zum Modulieren von Farbartssignalen, die ein Farbbild bilden, und zum Ausgeben von modulierten Farbartssignalen,
- eine Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen einer Farbtondifferenz zwischen dem modulierten Farbartssignal und einem bei dieser Modulation verwendeten Signal,
- eine Fenster-Vergleichseinrichtung (43), die auf Grund eines Vergleichs dahingehend, ob ein Ausgangssignal der Farbtondifferenz-Erfassungsschaltung innerhalb zweier Pegel liegt, eine Farbe bestimmt, deren Sättigung um einen Mittelwert dieser Pegel verstärkt werden soll und die dadurch eine Sättigungssteigerungsbreite zum Hervorrufen einer Sättigungssteigerung innerhalb dieser beiden Pegel festlegt, und
- eine Sättigungssteigerungseinrichtung (5) zum Steigern der Sättigung des Farbartssignals mit Hilfe des Ausgangssignals der Fenster-Vergleichseinrichtung (43).

19. Farbhervorhebungsschaltung, gekennzeichnet durch

- eine Farbartssignal-Modulationseinrichtung (2) zum Modulieren von Farbartssignalen, die ein Farbbild bilden, und zum Ausgeben modulierter Farbartssignale,
- eine Positionsbestimmungseinrichtung (132) zum Bestimmen einer Position auf einem Anzeigeschirm, auf dem das Farbbild wiedergegeben wird,
- eine Einrichtung (133—140) zum Erzeugen eines bestimmten Farbartssignals, das einer Farbe auf dem Anzeigeschirm entspricht, die durch die Positionsbestimmungseinrichtung festgelegt ist,
- eine Modulationseinrichtung (141) für das bestimmte Farbartssignal, die das bestimmte Farbartssignal moduliert und das einer Modulation unterzogene, bestimmte Farbartssignal abgibt,
- eine Farbtondifferenz-Erfassungseinrichtung (4) zum Erfassen einer Farbtondifferenz zwischen dem modulierten Farbartssignal und dem bestimmten Farbartssignal für die Modulation und
- eine Sättigungssteigerungseinrichtung (5) zum Erweitern der Sättigung eines Teils des Farbartssignals, das das Farbbild bildet, wo die Farbtondifferenz klein ist.

20. Schaltung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionsbestimmungseinrichtung (132) aus einem Lichtstift besteht.

21. Schaltung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionsbestimmungseinrichtung (132) aus einer Maus besteht.

22. Elektronische Endoskopvorrichtung, gekennzeichnet durch

- ein elektronisches Endoskop (9) mit einem länglichen Einführteil (12),
- einer Beleuchtungslicht-Zuführeinrichtung (15) zur Abgabe eines Beleuchtungslichtes vom Kopfteil des Einführteils (12),
- einer Bildabtasteinrichtung, die ein optisches Abbildungssystem (13) zum Abbilden eines optischen Bildes eines mit dem Beleuchtungslicht bestrahlten Gegenstandes und eine Festkörper-Bildabtasteinrichtung (14) zum fotoelektrischen Umwandeln des optischen Bildes aufweist,
- eine Farbartssignal-Erzeugungseinrichtung (27) zum Erzeugen eines Farbartssignals aus dem Ausgangssignal der Festkörper-Bildabtasteinrichtung (14),

- eine Farbhervorhebungsschaltung (1) entsprechend den Ansprüchen 1, 2 oder 3,
- eine Videosignalverarbeitungseinrichtung (10) zum Umwandeln eines Farbartsignals, von dem wenigstens die Sättigung mit Hilfe der Farbhervorhebungsschaltung (1) verstärkt ist, in ein Farbartsignal zur Farbdarstellung und
- 5 — einen Farbmonitor (30) zum Wiedergeben eines Farbbildes mit Hilfe des Ausgangssignals der Videosignalverarbeitungseinrichtung (10).

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das elektronische Endoskop (9) ein elektronisches Endoskop ist, bei dem die Bildabtasteinrichtung (13, 14) im Einführteil (12) vorgesehen ist.

10 24. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das elektronische Endoskop (9) aus einem Endoskoptyp besteht, bei dem eine Fernsehkamera (155), die die Bildabtasteinrichtung (154, 167) enthält, an dem Okularteil (153) eines optischen Endoskops (152) befestigt ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß eine Umschalteneinrichtung (173, 174) vorgesehen ist, mit deren Hilfe die Signale durch die Farbhervorhebungsschaltung (1) hindurchlaufen oder

15 die Farbhervorhebungsschaltung (1) umgehen können.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschalteneinrichtung (173, 174) mit einer Einrichtung (177) zur Fernsteuerung vorgesehen ist, die in der Nähe der Bildabtasteinrichtung angeordnet ist.

20 27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Fernbedienungseinrichtung (183) an einem Betätigungsteil (182) eines elektronischen Endoskops (181) installiert ist, wobei die Bildabtasteinrichtung (13, 14) im Einführteil (12) angeordnet und das Betätigungsteil (182) am rückseitigen Ende des Einführteils (12) vorgesehen ist.

### Beschreibung

25 In den letzten Jahren wurden in zunehmendem Maße Fernsehkameras verwendet, die als Bildaufnahmeeinrichtungen Festkörper-Bildabtasteinrichtungen, wie z. B. CCDs (ladungsgekoppelte Bauelemente) benutzen. Diese Festkörper-Bildabtasteinrichtungen finden ebenso bei Endoskopen und dergleichen Verwendung.

Falls man von solchen Bildaufnahmeeinrichtungen Gebrauch macht, ergibt sich infolge der Verwendung von elektrischen Signalen der Vorteil einer entsprechenden Signalverarbeitung, wodurch eine bestimmte Eigenschaft besser unterschieden werden kann.

30 Zum Beispiel kann das Bild eines Endoskops rötlich sein und dazu neigen, daß dieses sich in einem engen Bereich in der Farbtonebene konzentriert, so daß es von Vorteil wäre, falls man dieses Bild deutlicher wahrnehmen könnte. Aus diesem Grund ist eine Farbton-Hervorhebungsschaltung zur Hervorhebung von Farbtönen verfügbar.

35 Im Hinblick auf diese Farbhervorhebungsschaltung unterscheidet man zwischen einer Farbton- und Sättigungs-Hervorhebungsschaltung und einer Farbton-Hervorhebungsschaltung.

Bei der Farbton- und Sättigungs-Hervorhebungsschaltung wird, wie aus Fig. 1 ersichtlich, der Farbtonbereich von einem Farbvektor  $M$  der Durchschnittsfarbe als Zentrum in radialer Richtung verschoben, während bei der Farbton-Hervorhebungsschaltung, wie aus Fig. 2 ersichtlich, die Farbtöne von einem Farbvektor  $M$  der Durchschnittsfarbe als Zentrum verschoben werden. Ist z. B., wie aus Fig. 3 ersichtlich, ein endoskopisches Bild im Rotbereich konzentriert, so bereitet es in diesem Fall Schwierigkeiten, eine Blutader von einem anderen Körperteil oder ein erkranktes Körperteil von den übrigen Körperteilen zu unterscheiden.

45 Um geringe Farbunterschiede wahrnehmen zu können, wird zur Hervorhebung von Farbtönen eine Farbhervorhebungsschaltung vom obenerwähnten Farbton-Hervorhebungstyp verwendet. Um normale Körperteile von erkrankten Körperteilen unterscheiden zu können, werden andererseits bei einer Farbhervorhebungsschaltung vom Farbton- und Sättigungs-Hervorhebungstyp sowohl die Farbtöne als auch die Sättigungen verstärkt.

Bei einer Farbton-Hervorhebungsschaltung besteht jedoch die Möglichkeit, daß in Abhängigkeit von der Farbtonverlagerung die Umgebungsfarben in umgekehrter Weise besser wahrnehmbar sind als diejenige Farbe, für die eine deutlichere Wahrnehmung beabsichtigt war, oder es ist überhaupt nicht möglich, die Farbe deutlich wahrnehmbar zu machen. Eine ähnliche Situation kann auch bei der Farbton- und Sättigungs-Hervorhebungsschaltung auftreten. Zum Beispiel besteht die Möglichkeit, daß es einfacher ist, ein normales Körperteil von einem erkrankten zu unterscheiden, falls dieses allein durch Sättigung hervorgehoben wird.

55 Es ist somit Aufgabe der Erfindung, eine Farbhervorhebungsschaltung vorzuschlagen, mit der die Sättigung gesteigert werden kann, so daß ein Teil mit einem Farbton, der sich geringfügig von seiner Umgebung abhebt, unterschieden und somit dieses Teil deutlich wahrgenommen werden kann.

Insbesondere soll eine Farbhervorhebungsschaltung vorgeschlagen werden, mit deren Hilfe während einer Diagnose ein erkranktes Körperteil von einem gesunden Körperteil deutlich unterschieden werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich anhand der Patentansprüche.

60 Wie aus Fig. 4 ersichtlich, umfaßt eine Farbhervorhebungsschaltung 1 eine Quadraturmodulationsschaltung 2 zum Ausführen einer Quadraturmodulation durch Multiplikation eines Signals mit einer Sinuswelle oder einer Kosinuswelle, eine Farbhervorhebungs-Bestimmungsschaltung 3 zum Ausgeben des hervorzuhebenden bzw. zu steigernden Farbtons, eine Farbtendifferenz-Erfassungsschaltung 4 zum Erfassen eines Signals, das der Quadraturmodulation unterzogen wurde, und zum Erfassen einer Phasendifferenz in bezug auf die hervorzuhebende Farbe, und eine Sättigungssteigerungsschaltung 5 zum Steigern der Sättigung der hervorzuhebenden Farbtonkomponenten in bezug auf die eingegebenen Farbdifferenzsignale  $R-Y$ ,  $B-Y$  mit Hilfe des Ausgangssignals der Farbtendifferenz-Erfassungsschaltung 4. Auf diese Weise können von der Sättigungssteigerungsschaltung 5

sättigungsgesteigerte Farbdifferenzsignale  $(R-Y)'$ ,  $(B-Y)'$  in dem Farbtonbereich ausgegeben werden, der her-

vorgehoben werden soll.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Diagramm, das die Funktion einer Farbhervorhebungsschaltung mit Farbton- und Sättigungssteigerung beim Stand der Technik verdeutlicht,

Fig. 2 ein Diagramm, das die Funktion einer Farbhervorhebungsschaltung mit Farbtonsteigerung beim Stand der Technik verdeutlicht,

Fig. 3 ein Diagramm, das einen Farbtonbereich eines endoskopischen Bildes wiedergibt,

Fig. 4 bis 9 ein erstes Ausführungsbeispiel, wobei Fig. 4 ein schematisches Diagramm aufzeigt, das das grundlegende Prinzip des Ausführungsbeispiels verdeutlicht,

Fig. 5 ein Blockdiagramm wiedergibt, das eine spezielle Ausführung des ersten Ausführungsbeispiels zeigt,

Fig. 6 ein Diagramm darstellt, das schematisch ein mit dem ersten Ausführungsbeispiel versehenes elektronisches Endoskop wiedergibt,

Fig. 7 ein Zeitdiagramm mit Wellenformen zeigt, das die Funktion des ersten Ausführungsbeispiels verdeutlicht,

Fig. 8 ein Zeitdiagramm mit Wellenformen wiedergibt, das die Funktion einer Fenster-Vergleichseinrichtung verdeutlicht, und

Fig. 9 ein Diagramm zeigt, das eine Sättigungssteigerung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel unter Verwendung von Farbvektorkoordinaten verdeutlicht,

Fig. 10 ein Blockdiagramm, das einen wesentlichen Schaltungsabschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels wiedergibt,

Fig. 11 ein Blockdiagramm eines dritten Ausführungsbeispiels,

Fig. 12 ein charakteristisches Diagramm, das die Eingangs- und Ausgangskennwerte eines Funktionstransformators gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel wiedergibt,

Fig. 13 ein Blockdiagramm, das den Aufbau eines vierten Ausführungsbeispiels darstellt,

Fig. 14 ein charakteristisches Diagramm des beim vierten Ausführungsbeispiel verwendeten Funktionstransformators,

Fig. 15 ein Diagramm, das eine Funktion entsprechend dem vierten Ausführungsbeispiel verdeutlicht,

Fig. 16 ein charakteristisches Diagramm des beim vierten Ausführungsbeispiel verwendeten Funktionstransformators,

Fig. 17 ein Blockdiagramm, das den Aufbau eines fünften Ausführungsbeispiels wiedergibt,

Fig. 18 ein Diagramm, das verdeutlicht, das die von einem ROM ausgegebenen Phasensignaldaten einem Winkel  $\Theta$  entsprechen, der durch  $R-Y, B-Y$  bestimmt ist,

Fig. 19 ein Blockdiagramm, das die Hauptteile eines sechsten Ausführungsbeispiels wiedergibt,

Fig. 20 ein Diagramm, das die Funktionsweise einer Absolutwertschaltung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel verdeutlicht,

Fig. 21 ein Zeitdiagramm, das die Wirkungsweise des sechsten Ausführungsbeispiels darstellt,

Fig. 22 ein Diagramm, das die Wirkungsweise des sechsten Ausführungsbeispiels verdeutlicht,

Fig. 23 ein Blockdiagramm, das Hauptelemente in der Modifikation des sechsten Ausführungsbeispiels wiedergibt,

Fig. 24 ein Blockdiagramm, das den Aufbau eines siebten Ausführungsbeispiels verdeutlicht,

Fig. 25 ein Blockdiagramm, das den Aufbau eines achten Ausführungsbeispiels darstellt,

Fig. 26 ein Blockdiagramm, das den Aufbau eines neunten Ausführungsbeispiels wiedergibt,

Fig. 27 ein Diagramm, das die Funktionsweise jeder Begrenzungsschaltung des neunten Ausführungsbeispiels verdeutlicht,

Fig. 28 ein schematisches Diagramm einer Endoskopvorrichtung, bei der die erfindungsgemäße Farbhervorhebungsschaltung Anwendung findet, und

Fig. 29 eine Seitenansicht eines elektronischen Endoskops, das mit einem EIN-/AUS-Schalter für die Farbhervorhebungsfunktion ausgestattet ist.

Wie aus Fig. 6 ersichtlich, umfaßt eine elektronische Endoskopvorrichtung 11, die mit einer Farbhervorhebungsschaltung 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ausgestattet ist, ein elektronisches Endoskop 9 mit einer Bildaufnahmeeinrichtung, einen Signalprozessor 10 zum Verarbeiten der vom elektronischen Endoskop 9 zugeführten Signal, eine Lichtquelleneinrichtung 16 zum Zuführen von Beleuchtungslicht zum Endoskop 9 und einen Monitor 30 zur Wiedergabe eines Farbbildes des betrachteten Gegenstandes mit Hilfe von Videosignalen, die von dem Signalprozessor 10 ausgegeben werden.

Am vorderen Ende eines länglichen, in einen Körperhohlraum oder dergleichen einsetzbaren Einführteils 12 des elektronischen Endoskops 9 ist ein Abbildungsobjektiv 13 angeordnet. In der Brennebene dieses Abbildungsobjektivs 13 ist als Bildaufnahmeeinrichtung eine Festkörper-Bildabtasteinrichtung 14, wie z. B. ein CCD-Element, angeordnet. Lichtleitfasern 15 sind durch das Einführteil 12 hindurchgeführt, um Licht von einer externen Lichtquelleneinrichtung 16 zum Ende des Einführteils 12 übertragen zu können, so daß der Gegenstand über eine Linse 17 mit Beleuchtungslicht bestrahlt werden kann.

In der Lichtquelleneinrichtung 16 wird das von einer Lampe 18 ausgesandte Licht mit Hilfe eines konkaven Spiegels 19 reflektiert und über eine Kondensorlinse 21 auf das Eintrittsende eines Lichtleiterkabels konzentriert, durch das die Lichtleitfasern 15 hindurchgeführt sind. Das konzentrierte Licht läuft vor dem Auftreffen auf das Eintrittsende des Lichtleiterkabels durch ein Drehfilter 23 hindurch, bei dem um eine Drehwelle drei Primärfarben-Durchlaßfilter angeordnet sind und das mit Hilfe eines Motors 22 gedreht wird, so daß der Gegenstand aufeinanderfolgend mit Lichtern bestrahlt werden kann, dessen Wellenlängen den drei Primärfarben entsprechen. Demzufolge wird der Gegenstand aufeinanderfolgend mit Licht der drei Primärfarben bestrahlt.

Videosignale eines durch die Festkörper-Bildabtasteinrichtung 14 auf fotoelektrischem Weg umgewandelten Bildes werden mit Hilfe eines rauscharmen Vorverstärkers 24 verstärkt und dann über ein Signalkabel zu einem in dem Signalprozessor 10 enthaltenen A/D-Wandler 20 übertragen. Die Videosignale werden durch den A/D-Wandler in digitale Signale umgewandelt, die dann nacheinander für jedes Teilbild über einen Multiplexer 25 in Teilbildspeichern 26R, 26G und 26B abgespeichert werden, wobei jeweils einem Teilbildspeicher eine der drei Primärfarben zugeordnet ist. Nachdem die Signale für jedes Teilbild in den Teilbildspeichern 26R, 26G und 26B gespeichert sind, werden diese gleichzeitig ausgelesen und anschließend in analoge Farbartsignale mittels eines nicht gezeigten D/A-Wandlers umgewandelt, um über eine Matrix 27 zwei Farbdifferenzsignale R-Y und B-Y zu erhalten.

Die Farbdifferenzsignale R-Y und B-Y werden in die Farbhervorhebungsschaltung 1 des ersten Ausführungsbeispiels eingegeben. Diese Farbhervorhebungsschaltung 1 gibt Farbdifferenzsignale (R-Y)' und (B-Y)' ab, bei denen die Sättigung entsprechend dem gewünschten Farbton gesteigert ist. Durchlaufen dann diese Farbdifferenzsignale (R-Y)' und (B-Y)' eine Leuchtdichteerzeugungs-Matrixschaltung 28, so wird ein Leuchtdichtesignal Y' und die Farbdifferenzsignale (R-Y)' und (B-Y)' erzeugt, die dann zusammen in einen NTSC-Kodierer 29 eingegeben werden. Auf diese Weise werden zusammengesetzte Videosignale erzeugt, so daß auf dem Farbmotor ein Farbbild wiedergegeben werden kann.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, werden die der Farbhervorhebungsschaltung 1 zugeführten Signale R-Y, B-Y in eine Quadraturmodulationsschaltung 2 und eine Sättigungssteigerungsschaltung 5 eingegeben.

Die in die Quadraturmodulationsschaltung 2 eingegebenen Farbdifferenzsignale R-Y, B-Y werden mit Hilfe der Multiplizierer 31 und 32 mit Sinus  $\Theta$  bzw. Kosinus  $\Theta$  multipliziert und anschließend mit Hilfe eines Addierers 33 addiert. Dieser Addierer 33 gibt ein Quadraturphasenmodulationssignal A ( $\Phi_A$ ). Falls in diesem Fall das 3,58 MHz-Signal, das für den NTSC-Kodierer 29 eingeführt ist, als  $\sin \Theta$  und  $\cos \Theta$  verfügbar ist, kann in vorteilhafter Weise eine konventionelle Schaltung verwendet werden. Das Ausgangssignal A ( $\Phi_A$ ) des Addierers 35 ergibt sich im Bezug auf das in Fig. 7a gezeigte Signal

$$\sin \Theta \text{ zu } \sqrt{(R-Y)^2 + (B-Y)^2} \cdot \sin (\Phi + \Phi_A),$$

wie dies aus Fig. 7b ersichtlich ist, wobei der Phasenwinkel  $\Phi_A = \tan^{-1}(R-Y)/(B-Y)$  ist.

Die Farbhervorhebungs-Bestimmungsschaltung 3 besteht aus einem Phasenschieber 35, der die Phase des Signals  $\sin \Theta$ , das bei der obenerwähnten Modulation verwendet wird, ändern kann und Farbtensignal M ( $\Phi_M$ ), d. h.  $\sin \cdot (\Theta + \Phi_M)$ , abgibt. Diese Wellenform ist in Fig. 7c dargestellt. Der Phasenschieber 35 kann somit den Wert der Phase  $\Phi_M$  (dieser Wert entspricht einer Farbe) ändern.

Das Ausgangssignal A der Quadraturmodulationsschaltung 2 wird in eine Vergleichseinrichtung 36 und das Ausgangssignal M des Phasenschiebers 35 in eine Vergleichseinrichtung 37 eingegeben, wobei beide Vergleichseinrichtungen eine Farbtensdifferenz-Erfassungsschaltung 4 bilden und die Ausgangssignale A bzw. M mit einem Nullpotential vergleichen. Hierzu wird das Ausgangssignal A der nichtinvertierenden Eingangsklemme der Vergleichseinrichtung 36 zugeführt, die daraufhin ein Signal mit der in Fig. 7d gezeigten Wellenform abgibt. Das Ausgangssignal M des Phasenschiebers 35 (d. h. ein modulierte Signal der festgelegten Farbe, die hervorgehoben werden soll) wird hingegen der invertierenden Eingangsklemme der Vergleichseinrichtung 37 zugeführt, die daraufhin ein Signal mit der in Fig. 7c gezeigten Wellenform abgibt. Der Grund dafür, das ein invertierendes Ausgangssignal bei der Vergleichseinrichtung 36 verwendet wird, besteht darin, daß die Phasendifferenz innerhalb eines Bereiches von  $-180^\circ$  bis  $+180^\circ$  ermittelt wird.

Das Ausgangssignal der Vergleichseinrichtung 37 wird einer Setzklemme eines Flip-Flops 38 zugeführt, um bei einem Signalanstieg den Ausgang dieses Flip-Flops 38 auf einen hohen Pegel zu setzen. Das Ausgangssignal der Vergleichseinrichtung 36 wird andererseits der Rücksetzklemme des Flip-Flops 38 angelegt, um bei einem Signalanstieg den Ausgang dieses Flip-Flops 38 auf einen niedrigen Pegel zu setzen. Das Ausgangssignal des Flip-Flops 38 weist eine rechteckige Wellenform auf, deren Impulsbreite  $\Phi_A - (\Phi_M - 180^\circ)$  entspricht, wie dies aus Fig. 7f ersichtlich ist. Dieses Ausgangssignal wird auf eine konstante Amplitude doppelt begrenzt und anschließend mit Hilfe eines Tiefpaßfilters 41 in ein Spannungssignal umgewandelt, dessen Impulse proportional zu  $\Phi_A - (\Phi_M - 180^\circ)$  sind. Der Grund, warum das Ausgangssignal des Flip-Flops 38 zur Erzielung einer konstanten Amplitude mit der Doppelbegrenzungsschaltung 39 doppeltbegrenzt wird, besteht darin, daß eine derartige Doppelbegrenzungsschaltung 39 auf einfache Weise durch einen Differenzialverstärker aufgebaut werden kann. Auf diese Weise kann eine Schaltung erhalten werden, die temperaturstabil ist. Da  $\Phi_A - (\Phi_M - 180^\circ) = \Phi_A - \Phi_M + 180^\circ$  ist, wird eine Gleichspannung, die  $180^\circ$  entspricht, mit Hilfe eines Subtrahierers 42 abgezogen, um eine  $\Phi_A - \Phi_M$  entsprechende Spannung, d. h. eine Farbtensdifferenz zwischen zwei Farbartsignalen, zu erhalten. Das Ausgangssignal dieses Subtrahierers 42 wird in eine Fenster-Vergleichseinrichtung 43 eingegeben, in der die in Fig. 8 gezeigte Verarbeitung durchgeführt wird.

Mit anderen Worten, es werden Vergleichsbezugspegel UL und LL in der Nähe des Nullpegels für das Ausgangssignal  $\Phi_A - \Phi_M$  des Subtrahierers 42 festgelegt. Liegt der Wert des Ausgangssignals  $\Phi_A - \Phi_M$  des Subtrahierers 42 innerhalb des durch die Bezugspegel UL und LL vorgegebenen Bereiches, so gibt die Fenster-Vergleichseinrichtung 43 einen entsprechenden Impuls ab, wie dies aus Fig. 8b ersichtlich ist. Dieser Impuls wird mittels eines Regelwiderstandes 44 geteilt bzw. verringert, eine Spannung V einer Spannungsquelle 45 diesem hinzuaddiert und mit Hilfe eines Addierers 46 ferner eine Spannung Vr einer variablen Spannungsquelle 47 diesem hinzuaddiert, um den Gleichstrompegel des Signals einzustellen. Das somit erhaltene Signal wird Multiplizierern 48 und 49 zugeführt, die die Sättigungssteigerungsschaltung 5 bilden.

Die Eingangssignale der Multiplizierer 48 und 49 werden mit den Farbdifferenzsignalen R-Y bzw. B-Y multipliziert, so daß Farbdifferenzsignale (R-Y)' und (B-Y)' von dieser Sättigungssteigerungsschaltung 5 abge-

geben werden, bei denen die Sättigung gesteigert wurde.

Das Ausgangssignal des vorstehend erwähnten Addierers 46 ist in Fig. 8c dargestellt. Besteht im Hinblick auf die hervorzuhebende Farbe kein Farbtonunterschied, so wird die Sättigung verstärkt, indem dieses Ausgangssignal mit einer Spannung von 1 V oder mehr mit Hilfe der Multiplizierer 48 und 49 multipliziert wird. Besteht andererseits im Hinblick auf die hervorzuhebende Farbe ein Farbtonunterschied, so wird die Sättigung verringert, indem das Ausgangssignal mit einer Spannung von 1 V oder weniger multipliziert wird. Obwohl in diesem Fall ein Impuls als Signal verwendet wird, das mit Hilfe der Multiplizierer 48 und 49 multipliziert wird, kann auch die Form einer Normalverteilung, indem hochfrequente Komponenten der Wellenform durch ein Tiefpaßfilter oder dergleichen, oder eine andere Form verwendet werden. Die Wahl der Wellenform hängt in großem Maße von der Erfahrung ab.

Nebenbei bemerkt, es kann auch die Größe des Multiplikanden geändert werden, wenn die Sättigung durch die Multiplizierer 48 und 49 gesteigert wird, so daß der Betrag der Steigerung der Sättigung variiert werden kann.

Wird z. B. die Spannung  $V_r$  der variablen Spannungsquelle 47 erhöht, so steigt der Scheitelwert des Ausgangssignals des Addierers 46 an, wie dies durch die gestrichelte Linie in Fig. 8c dargestellt ist. Demzufolge werden die Farbartssignale (zur Herstellung eines Farbbildes), die in der Nähe der Farbartssignale liegen, die einer bestimmten Farbe entsprechen — in diesem Fall die Farbdifferenzsignale  $R-Y$  und  $B-Y$  —, mit größeren Faktoren multipliziert, so daß die Sättigung in größerem Ausmaß gesteigert wird. Nebenbei bemerkt, kann auch die Spannungsquelle 45 und die variable Spannungsquelle 47 in Reihe angeordnet und der Addierer 46 weggelassen werden. Ferner kann auch die Spannungsquelle 45 weggelassen und lediglich die variable Spannungsquelle 47 benutzt werden, um den Aufbau zu vereinfachen.

Diese Farbhervorhebungsschaltung 1 kann die Sättigung einer bestimmten Farbe steigern und die Sättigung der anderen Farben verringern, so daß eine Farbhervorhebung derart vorgenommen werden kann, daß eine bestimmte Farbe unterscheidbar gemacht wird, um diese leicht erkennen zu können.

Wird die oben beschriebene Farbhervorhebungsschaltung 1 verwendet und benutzt man die in Fig. 9 gezeigten Farbvektorkoordinaten, die durch Farbdifferenzsignale  $R-Y$  und  $B-Y$  dargestellt sind, die dadurch erzeugt werden, indem die  $R$ -,  $G$ - und  $B$ -Farbartssignale z. B. einer Matrixumwandlung unterzogen werden, so wird der Farbvektor einer Farbe, die deutlich wahrnehmbar gemacht werden soll, als  $M$  und einer der Farbvektoren, die ein Bild darstellen, als  $A$  angenommen. Da ein Farbartssignal in der Nähe des Farbvektors  $M$  die Farbhervorhebungsschaltung 1 durchläuft, wird die Sättigung des Farbartssignals gesteigert, und der Vektor nimmt den Wert  $M'$  an. Der Farbvektor  $A$  mit einem Farbtonunterschied, der von dem Farbvektor  $M$  versetzt ist, unterliegt einer Verringerung der Sättigung und nimmt den Wert  $A'$  an. Infolge dieses Vorganges kann ein Teil des Bildes in der Nähe des Farbvektors  $M$  der deutlich wahrnehmbar zu machenden Farbe hervorgehoben werden. Falls demzufolge z. B. ein Farbton, der näher bei dem eines erkrankten Teils in einem Körperhohlraum als bei dem Farbton eines gesunden Teils liegt, als Farbvektor  $M$  der deutlich wahrnehmbar zu machenden Farbe festgesetzt wird, und zwar für den Fall, daß ein erkranktes Körperteil oder dergleichen vorliegt, dessen Farbton geringfügig von dem Farbton eines gesunden Körperteils abgesetzt ist, kann dieses erkrankte Körperteil deutlich abgehoben werden.

Es sollte bemerkt werden, daß bei dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel bei einer Farbe mit einem Farbton, der von dem einer speziellen Farbe abgesetzt ist, die Sättigung verringert wird. Jedoch kann alternativ ein Aufbau getroffen werden, bei dem die Farbsättigung nicht geändert wird.

Werden nebenbei bemerkt die Spannungen  $V_1$  und  $V_2$ , die der in Fig. 5 gezeigten Fenster-Vergleichseinrichtung 43 zugeführt werden, variabel gemacht, so kann die Farbtonbreite (die Breite der zu steigernden Sättigung), die auf einen speziellen hervorzuhebenden Farbton zentriert ist, geändert werden.

Fig. 10 verdeutlicht ein wesentliches Teil eines zweiten Ausführungsbeispiels.

Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel wird der Phasenschieber 35 des ersten Ausführungsbeispiels nicht verwendet, jedoch eine ähnliche Funktion realisiert. An die invertierende Eingangsklemme der Vergleichseinrichtung 37 wird eine Sinuswelle direkt angelegt und das Ausgangssignal des Subtrahierers 42 weist eine Spannung auf, die dadurch erhalten wird, daß man ein Farbartssignal, das das Bild darstellt, einer Quadraturmodulation unterzieht. Bei der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 wird im Bezug auf dieses Signal der zu unterscheidende Bereich mit Hilfe eines Regelwiderstandes 51 variabel gemacht, während der Mittelwert des zu unterscheidenden Bereiches mittels eines Regelwiderstandes 52 variabel gemacht wird. Mit anderen Worten, die Breite der zu steigernden Sättigung kann mit Hilfe des Regelwiderstandes 51 variabel gemacht werden, während der mittlere Farbton, für den eine Sättigungssteigerung bewirkt wird, mit Hilfe des Regelwiderstandes 52 variabel gemacht werden kann. Die Funktionsweise der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 entspricht der in Fig. 8 gezeigten. Was das Ausgangssignal des Regelwiderstandes 44 anbetrifft, so wird das gleiche Signal wie beim ersten Ausführungsbeispiel erhalten.

Da bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel der Phasenschieber 35 nicht erforderlich ist, kann eine ähnliche Funktionsweise oder Verwendung von Komponenten mit speziellem Schaltungsaufbau realisiert und somit der Kostenaufwand reduziert werden.

Fig. 11 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel.

Dieses dritte Ausführungsbeispiel ermöglicht, daß sowohl der Farbton als auch die Sättigung unabhängig und gleichzeitig hervorgehoben bzw. gesteigert werden können.

Der Aufbau und die Funktion der Komponenten, die bis zum Subtrahierer 42 führen, entsprechen denen des ersten Ausführungsbeispiels. Das Ausgangssignal des Subtrahierers 42, das einer Potentialdifferenz von  $\phi_A - \phi_M$  entspricht, wird in einen Funktionstransformator 61 eingegeben. Das Ausgangssignal dieses Funktionstransformators 61 wird mittels eines A/D-Wandlers 62 in ein Digitalsignal umgewandelt. Wie aus Fig. 12 ersichtlich, dient der Funktionstransformator 61 der Begrenzung der Eingangsspannung, so daß diese  $\pm 180^\circ$  nicht über-



schreitet, wodurch die Quantisierungseinheiten in der Nähe eines Pegels, bei dem gilt:  $\Phi_A - \Phi_M = 0$ , zu feineren Einheiten gemacht werden. Das Ausgangssignal des A/D-Wandlers 62 wird drei ROMs (Festspeicher) 63a, 63b und 63c zugeführt. In diesen ROMs 63a, 63b und 63c sind auf der Grundlage der nachfolgend wiedergegebenen Umwandlungsformel (1) Funktionen eingespeichert. Außerdem wird in den ROMs 63a, 63b und 63c die durch den Funktionstransformator 61 bewirkte Kompensation wieder rückgängig gemacht,

$$\begin{pmatrix} (B-Y)'' \\ (R-Y)'' \end{pmatrix} = K \cdot \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (B-Y) \\ (R-Y) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K \cdot \cos \alpha (B-Y) - K \cdot \sin \alpha (R-Y) \\ K \cdot \sin \alpha (B-Y) + K \cdot \cos \alpha (R-Y) \end{pmatrix}, \quad (1)$$

wobei  $\cos \alpha$  und  $\sin \alpha$  Matrizen für die Drehbewegung der Vektoren zur Hervorhebung des Farbtons bilden, ein Winkel  $\alpha$  die Größe (Drehwinkel) der zu bewirkenden Farbtonsteigerung darstellt und  $K$  einem Koeffizienten entspricht, der die Größe der zu bewirkenden Sättigungssteigerung bestimmt. Da das Ausgangssignal des A/D-Wandlers 62 einen digitalen Wert darstellt, der einem Farbunterschied  $\alpha$  entspricht, wird der Wert von  $\cos \alpha$ , der dem Farbtonunterschied  $\alpha$  entspricht, im Voraus im ROM 63a gespeichert. Der analoge Wert von  $\cos \alpha$  wird über einen D/A-Wandler 64a ausgegeben. Die Funktion von  $\sin \alpha$  wird gleichermaßen in dem ROM 63b gespeichert, wobei der analoge Wert von  $\sin \alpha$  über einen D/A-Wandler 64b ausgegeben wird. Außerdem wird ein Digitalschalter 65 verwendet, um die Adressen der ROMs 63a und 63b variabel machen und die digitalen Werte von  $\sin \alpha$  und  $\cos \alpha$ , die ausgegeben werden, verändern zu können. Mit anderen Worten, mit Hilfe des Digitalschalters 65 wird der Drehbewegungsbetrag eingestellt. Der dem Koeffizienten  $K$  entsprechende digitale Wert ist im ROM 63c gespeichert. Die Wellenform von  $K$  kann frei festgelegt werden, da ein Festspeicher verwendet wird. Die Ausgangsgröße des ROM 63c wird mittels eines D/A-Wandlers 64c in einen analogen Wert umgewandelt. Ein Digitalschalter 66 wird verwendet, um den Ausgangswert von  $K$  einzustellen, indem die Adresse des ROM 63c in gleicher Weise wie der Betrag der Drehbewegung geändert wird.

Die Ausgangssignale der D/A-Wandler 64a, 64b und 64c, die eine Farbtendifferenz-Erfassungsschaltung 4' bilden, werden in Multiplizierer 72 und 73 eingegeben, die eine Sättigungs- und Farbtonsteigerungsschaltung 71 ausbilden, wobei die Werte von  $\cos \alpha$  und  $K$  wie auch  $\sin \alpha$  und  $K$  entsprechend multipliziert werden und eine Berechnung der Formel

$$(R-Y)'' = K \cdot \sin \alpha (B-Y) + K \cdot \cos \alpha (R-Y)$$

mit Hilfe der Multiplizierer 74 und 75 und eines Addierers 76 ausgeführt wird, so daß ein Farbdifferenzsignal  $(R-Y)''$  ausgegeben wird, bei dem die Sättigung und der Farbton gesteigert sind. In gleicher Weise wird durch die Multiplizierer 77 und 78 und einen Subtrahierer 79 die Berechnung der Formel

$$(B-Y)'' = K \cdot \cos \alpha (B-Y) - K \cdot \sin \alpha (R-Y)$$

durchgeführt, so daß ein Farbdifferenzsignal  $(B-Y)''$  abgegeben wird, bei dem die Sättigung und der Farbton gesteigert sind.

Da bei diesem Ausführungsbeispiel eine Farbtonsteigerung und eine Sättigungssteigerung durch unterschiedliche Systeme realisiert werden, kann während der Beobachtung von einem Bild, bei dem bei der Bildverarbeitung lediglich eine Farbtonsteigerung erfolgt, zu einem Bild gewechselt werden, bei dem bei der Bildverarbeitung lediglich eine Sättigungssteigerung erfolgt. Durch die gemeinsame Verwendung beider Systeme können unterschiedliche Maßnahmen zur Hervorhebung eines Bildteils vorgesehen werden.

Die Anwendung dieses Ausführungsbeispiels ist besonders effektiv, falls eine Diagnose anhand eines endoskopischen Bildes durchgeführt werden soll.

Obwohl bei dem vorstehenden Ausführungsbeispielen die Farbe, für die eine Sättigungssteigerung durchgeführt wird, nur an einem Teil in der Nähe einer gewissen Farbe vorliegt, kann, falls die Anordnung so getroffen wird, daß z. B. mehrere Fenster-Vergleichseinrichtungen 43 in Fig. 10 parallel vorgesehen und ihre Ausgangssignale für die Ausgabe addiert werden, die Sättigung an mehreren Farbtonteilen gesteigert werden.

Soll ferner ein Bild mit Farbhervorhebung auf einem Farbmonitor wiedergegeben werden, so können die Farbdifferenzsignale mit Farbhervorhebung  $(R-Y)'$  und  $(B-Y)'$  wie auch  $(R-Y)''$  und  $(B-Y)''$  in die drei Primärfarbsignale  $R$ ,  $G$  und  $B$  umgewandelt werden, indem diese eine Inversmatrixschaltung durchlaufen.

Ferner ist es ebenfalls möglich, eine Farbhervorhebung in einer Vielzahl von Bildelementen vorzusehen.

Fig. 13 zeigt das vierte Ausführungsbeispiel.

In gleicher Weise wie beim oben erwähnten dritten Ausführungsbeispiel ist dieses vierte Ausführungsbeispiel so ausgestaltet, daß sowohl eine Sättigungssteigerungsfunktion als auch eine Farbtonsteigerungsfunktion vorgesehen werden können. Dieses vierte Ausführungsbeispiel verwendet zur Erzielung der gleichen Wirkung jedoch nur analoge Schaltkreise, so daß sich die A/D-Wandler erübrigen.

Dieses Ausführungsbeispiel ist im Hinblick auf die Quadraturmodulationsschaltung 2, die Farbhervorhebungs-Bestimmungsschaltung 3 und die Farbtendifferenz-Erfassungsschaltung 4 bis auf die Tatsache mit dem ersten Ausführungsbeispiel identisch, daß nun in der Farbtendifferenz-Erfassungsschaltung 4 ein Multiplizierer 80 zwischen der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 und dem Regelwiderstand 44 angeordnet ist.

Ein vom Subtrahierer 42 abgegebenes Phasendifferenzsignal wird in einen Funktionstransformator 81 eingegeben. In diesem Funktionstransformator 81 wird das Eingangssignal unter Verwendung der in Fig. 14 gezeigten Kennlinie umgewandelt. Dies dient zur Sicherstellung, daß sich die Impulsbreite in einer Pulsbreitenmodulationsschaltung (PDM) 82 nicht ändert, falls die Phasendifferenz  $-180^\circ$ ,  $0^\circ$  und  $180^\circ$  ist. Infolge dieses Vorgangs ändert sich die Phase einer Farbe nicht, deren Phase von einer Standardphase um  $\pm 180^\circ$  verschoben wurde. In



der Pulsbreitenmodulationsschaltung 82 wird eine Sinuswelle in ein rechteckiges Signal umgewandelt, um ein Bezugssignal vorzusehen, wobei die Impulsbreite dieses Signals durch ein Eingangssignal geändert wird. Das Ausgangssignal der Pulsbreitenmodulationsschaltung 82 wird in einen monostabilen Multivibrator (MMB) 83 eingegeben und in einen schmalen Abtastimpuls für eine Abtast- und Haltefunktion umgewandelt. Parallel dazu wird das Ausgangssignal der Pulsbreitenmodulationsschaltung 82 mittels einer Verzögerungsleitung 84 einer Verzögerung unterzogen, die einem Phasenwinkel von  $90^\circ$  entspricht und gleichfalls durch einen monostabilen Multivibrator 85 in einen schmalen Abtastimpuls umgewandelt, dessen Phase gegenüber dem des monostabilen Multivibrators 83 um  $90^\circ$  verschoben ist. Diese Impulse werden entsprechend Abtast- und Halteschaltungen 86 und 87 zugeführt, um das Ausgangssignal der Quadraturmodulationsschaltung 2 abzutasten und zu halten. Die Ausgangssignale der Abtast- und Halteschaltungen 86 und 87 werden entsprechend weiteren Abtast- und Halteschaltungen 88 und 89 eingegeben, um die Abtastperiode zu fixieren, und ein Abtasthaltevorgang wird wieder ausgeführt. Die Abtastimpulse der Abtast- und Halteschaltungen 88 und 89 werden von einem monostabilen Multivibrator 90 erzeugt, der durch Eingabe von Sinuswellen ( $\sin \Theta$ ) Impulse mit fester Phase abgibt. Die Pulsbreitenmodulationsschaltung 82 kann übrigens mit Hilfe eines Rücksetzimpulses an einer Winkelposition von  $0^\circ$  zurückgesetzt werden.

Infolge des oben beschriebenen Vorganges werden Signale erhalten, bei denen die Farbdifferenzsignale  $R-Y$  und  $B-Y$  eine Farbtonsteigerung aufweisen.

Die Sättigungssteigerung wird hingegen wie folgt vorgenommen: Ein Leuchtdichtesignal  $Y$ , das über eine Matrixschaltung 27 (Fig. 6) erhalten wird, wird der in Fig. 14 gezeigten Funktionstransformation mit Hilfe eines Funktionstransformators 91 unterworfen; mit Hilfe des Multiplizierers 80 wird das Ausgangssignal der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 mit dem Ausgangssignal des Funktions-Transformators 91 multipliziert; die Spannung wird dann durch den Impulsregelwiderstand 44 geteilt; eine Gleichspannung wird der Ausgangsgröße des Regelwiderstandes 44 mit Hilfe des Addierers 46 hinzugefügt; und das Signal mit Farbtonsteigerung wird durch die Multiplizierer 48 und 49 mit dem Ausgangssignal der Abtast- und Halteschaltung 89 bzw. mit dem Ausgangssignal der Abtast- und Halteschaltung 88 multipliziert. Der Grund für das Multiplizieren des Ausgangssignals der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 mit dem Leuchtdichtesignal wird nachfolgend erläutert. Rot stellt einen Farbton dar, bei dem sich ein endoskopisches Bild zumeist konzentriert, wobei jedoch die Farbe Rot einen geringen Leuchtdichtegrad aufweist. Die Beziehung zwischen der Leuchtdichte und dem Farbton für den Fall, daß der Leuchtdichtegrad gering ist, ist in Fig. 15 gezeigt, wobei die Sättigung einem radialen Wert  $A$  entspricht. Wird die Farbe Rot, die einen niedrigen Leuchtdichtegrad aufweist, einer Sättigungssteigerung unterworfen und erreicht die Sättigung von Rot einen Sättigungspegel, so wird die Sättigung zu auffällig, so daß ein Unterschied bezüglich einer strukturellen Änderung infolge des Leuchtdichteunterschiedes schwer zu unterscheiden ist. Der Sättigungsgrad wird durch die Sättigung und eine Wegstrecke in Richtung senkrecht zur Sättigung bestimmt, wie dies in Fig. 15 gezeigt ist, wobei in der Zeichnung die Wegstrecke in senkrechter Richtung den Werten  $A'$  und  $A$  entspricht. Diese Werte  $A$  und  $A'$  weisen unterschiedliche Sättigungswerte in Abhängigkeit von der Leuchtdichte auf. In einem Teil mit niedrigem Leuchtdichtegrad ist der Leuchtdichtewert proportional dem Sättigungswert in senkrechter Richtung, so daß je größer die Leuchtdichte, desto größer der Sättigungswert des Farbtons ist. Die Multiplikation des Sättigungssteigerungssignals mit einer Komponente der Leuchtdichte resultiert in einer Abschwächung des Betrages der Sättigungssteigerung einer Farbe, die einen niedrigen Leuchtdichtegrad aufweist, wodurch verhindert wird, daß die Sättigung gesättigt wird. Dieser Effekt wird ferner verstärkt, indem im Funktionstransformator 91 geeignete Gamma-Kennwerte der zu multiplizierenden Leuchtdichte ausgewählt werden.

Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel können für alle Schaltkreise kostengünstige analoge Schaltkreise verwendet werden. Außerdem kann der Betrag der Farbtonsteigerung durch Variation der Amplitude der in Fig. 16 gezeigten Kennlinie des Funktionstransformators 81 geändert werden.

Fig. 17 verdeutlicht das fünfte Ausführungsbeispiel.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das vorstehend erwähnte dritte und vierte Ausführungsbeispiel unter Verwendung von digitalen Schaltkreisen für die gesamten Schaltkreise realisiert.

Mit Hilfe der A/D-Wandler 92, 93 und 94 werden die Farbartssignale  $R$ ,  $G$  und  $B$  entsprechend von analogen Signalen in digitale Signale umgewandelt. Die umgewandelten Ausgangssignale werden mittels eines ROM 95 einer Matrixumwandlung unterzogen, wodurch die Signale  $R$ ,  $G$  und  $B$  in Signale  $R-Y$ ,  $B-Y$  und  $Y$  umgewandelt werden. Nach Eingabe der Signale  $R-Y$  und  $B-Y$  gibt ein ROM 96 ein Phasensignal ab. Dieses Phasensignal stellt einen digitalen Wert dar, der  $\Theta$  entspricht und der durch  $R-Y$  und  $B-Y$  einwertig bestimmt wird, wie dies in Fig. 18 gezeigt ist. Das Ausgangssignal des ROM 96 wird einem Subtrahierer 97 zugeführt. In diesem Subtrahierer 97 wird ein Wert, bei dem ein willkürlich durch einen Regelwiderstand 98 festgelegter Spannungspegel mit Hilfe eines A/D-Wandlers 99 in einen digitalen Wert umgewandelt wird, vom Phasensignal abgezogen. Der Subtrahierer 97 gibt einen digitalen Wert einer Differenz ab und weist eine Schaltung auf, die ein Vorzeichen-Bit an das höchstwertige Bit ausgibt. Was sein Ausgangssignal anbetrifft, so ist der Subtrahierer 97 so aufgebaut, daß dieser ausgibt: einen Digitalwert, bei dem die Phasendifferenz  $-180^\circ$  bis  $+180^\circ$  entspricht, und was einen berechneten Wert oberhalb  $+180^\circ$  oder unterhalb  $-180^\circ$  anbetrifft, einen Wert im Bereich von  $-180^\circ$  bis  $+180^\circ$  wegen der Berechnung. Wird z. B. die Phasendifferenz zu  $+230^\circ$  berechnet, so wird  $-130^\circ$  ausgegeben. Der durch den Regelwiderstand 98 festgelegte Spannungspegel entspricht dabei der Phase der Standardfarbe.

Das Ausgangssignal des Subtrahierers 97 wird ROMs 100, 101 und 102 zugeführt. Der Wert von  $\cos \alpha$ , der einer Phasendifferenz  $\alpha$  entspricht, wird in dem ROM 100 gespeichert, während der Wert von  $\sin \alpha$  in dem ROM 101 gespeichert wird, wobei die Werte  $\cos \alpha$  und  $\sin \alpha$  denjenigen Werten entsprechen, die in der Formel (1) verwendet werden und zur Drehverschiebung von  $R-Y$  und  $B-Y$  benutzt werden. Da ein ROM verwendet wird, kann die Drehung frei gewichtet werden. Ferner bestimmt ein Regelwiderstand 103 einen Spannungspegel, dessen Wert mit Hilfe eines A/D-Wandlers 104 einer A/D-Umwandlung unterzogen wird, um dann in die ROMs

100 und 101 eingegeben zu werden. Dieser Spannungspegel, der durch den Regelwiderstand 103 festgelegt wird, wird so gewählt, daß dieser einem Drehverschiebungsbetrag, d. h. einem Farbtönsteigerungsbetrag, entspricht.

Das ROM 102 gibt ein Sättigungssteigerungssignal in der gleichen Weise wie das ROM 63c in Fig. 11 ab. Da ein ROM (Festspeicher) verwendet wird, sollte die Ausgangswellenform rechteckig in der gleichen Art wie das Ausgangssignal der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 gemacht werden oder in den Zustand einer Normalverteilung gesetzt werden; d. h., die Ausgangswellenform kann somit frei festgelegt werden. Der Betrag der Sättigungssteigerung wird durch einen Regelwiderstand 105 und einen A/D-Wandler 106 variiert, und die Phasenbreite, die hinsichtlich der Sättigung gesteigert werden soll, wird durch einen Regelwiderstand 107 und einen A/D-Wandler 108 in der gleichen Art und Weise wie die Fensterbreite der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 variabel gemacht. Das Ausgangssignal des ROM 102 wird normiert, indem dieses über einen Multiplizierer 109 mit der Leuchtdichte  $Y$  multipliziert wird, und dann durch die Multiplizierer 110 bzw. 111 mit  $\cos \alpha$  bzw.  $\sin \alpha$  multipliziert.

Eine Phasenverschiebung in bezug auf  $R-Y$ , die in der Formel (1) gezeigt ist, wird mit Hilfe von Multiplizierern 112 und 113 und eines Addierers 114 durchgeführt, während eine Phasenverschiebung im Bezug auf  $B-Y$  mit Hilfe von Multiplizierern 115 und 116 und eines Subtrahierers 117 durchgeführt wird, um somit Steigerungssignale  $(R-Y)''$  und  $(B-Y)''$  zu erhalten. Diese Signale  $(R-Y)''$ ,  $(B-Y)''$  und das Signal  $Y$  werden in einem ROM 118 Inversmatrizen zugeführt, um gesteigerte digitale Werte von  $R'$ ,  $G'$  und  $B'$  zu erhalten. Diese digitalen Werte werden dann mit Hilfe von D/A-Wandlern 119, 120 bzw. 121 einer D/A-Umwandlung unterzogen, um gesteigerte, analoge Signale von  $R'$ ,  $G'$  und  $B'$  zu erhalten.

Obwohl bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel die Schaltung infolge der digitalen Signalverarbeitung kostenaufwendig ist, kann der Rauschabstand verbessert und die erforderlichen Einstellungen der Schaltungen verringert werden. Obwohl ferner die Rotationsverschiebung durch Multiplizierer ausgeführt wird, kann die Rotationsverschiebung anhand einer Nachschlagetabelle unter Verwendung eines ROMs ausgeführt werden.

Fig. 19 verdeutlicht einen wesentlichen Schaltungsabschnitt eines sechsten Ausführungsbeispiels.

Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die in Fig. 19 gezeigten Elemente dem in Fig. 5 gezeigten Aufbau hinzugefügt.

Das Ausgangssignal der Quadraturmodulationsschaltung 2 wird einem Absolutwert-Generator 122 zugeführt, um einen Absolutwert eines in Fig. 20a gezeigten Signals zu erhalten, wobei die Wellenform dann mit Hilfe eines Tiefpaßfilters (TPF) 123 gleichgerichtet wird, um eine Wellenform zu erzeugen, die in Fig. 20b durch eine gestrichelte Linie dargestellt ist, und diese Wellenform wird zu einem Sättigungssignal. Dieses Sättigungssignal wird mit Hilfe eines Multiplizierers 124 mit einem Leuchtdichtesignal multipliziert, um mit der Leuchtdichte normiert zu werden. Das Ausgangssignal des Multiplizierers wird einem Analogschalter 125 zugeführt. Dieser Analogschalter 125 führt die in Fig. 21 gezeigte Operation durch. Das Ausgangssignal der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 ist in Fig. 21a dargestellt und wird zur Steuerung des Analogschalters 125 verwendet. Das heißt, dieses Ausgangssignal der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 (Fig. 21a) dient der Steuerung, ob das Ausgangssignal des Multiplizierers 124 (Fig. 21b) oder das Ausgangssignal des Regelwiderstandes 126 (Fig. 21c) ausgegeben wird. Der zentrale Pegel der Sättigungssteigerung wird durch eine Spannungsquelle 127 festgelegt. Ist der Pegel des Sättigungssignals niedriger als der Ausgangspegel des Regelwiderstandes 126 innerhalb des Bereiches der Bezugsfarbe, so wird die Sättigung reduziert, und ist dieser höher, so wird die Sättigung gesteigert. Infolge des vorstehend beschriebenen Vorganges werden die in den Fig. 21b und 21c gezeigten Wellenformen mit Hilfe des in Fig. 21a gezeigten Ausgangssignals der Fenster-Vergleichseinrichtung 43 gesteuert, so daß das in Fig. 21d gezeigte Ausgangssignal des Analogschalters 125 erhalten wird. Ein Tiefpaßfilter (TPF) 128 gibt ein Signalband an den Impulsregelwiderstand 44 in Erwiderung auf das Farbdifferenzsignal ab. Nebenbei bemerkt, wird das Potential der variablen Spannungsquelle 47 und das des Regelwiderstandes 126 identisch gemacht.

Um den Effekt des oben beschriebenen sechsten Ausführungsbeispiels zu beschreiben, wird z. B. in Fig. 22a eine ein Bild darstellende Farbverteilung wiedergegeben und, falls ein Bezugsfarbenvektor verwendet wird, wie dies in der Zeichnung dargestellt ist, ändert sich, wie aus Fig. 22b ersichtlich, die Farbverteilung, falls eine Sättigungssteigerung bewirkt wird. Es ist möglich, die Farbverteilung weiter auszudehnen, indem die Verteilung in die Richtung der Sättigung ausgedehnt wird, wie dies in Fig. 22c gezeigt ist.

Fig. 23 verdeutlicht ein wesentliches Teil einer Modifikation des sechsten Ausführungsbeispiels.

Bei dieser Modifikation wird der zentrale Pegel des Sättigungssignals nicht willkürlich festgelegt, sondern anhand der gemittelten Sättigung erhalten, die das Bild darstellt. Das Sättigungssignal wird für eine horizontale Abtastzeile mit Hilfe eines Integrators 129 integriert. Das Ausgangssignal des Integrators 129 wird mit Hilfe einer Abtast- und Halteschaltung 130 abgetastet und gehalten, um dem Analogschalter 125 eingegeben zu werden. Zu diesem Zeitpunkt wird das Potential der variablen Spannungsquelle 47 und das Potential des Regelwiderstandes 126 identisch gemacht. Nebenbei bemerkt, zur Bestimmung der gemittelten Sättigung ist es nicht erforderlich, für eine objektseitige Zeile einen Durchschnit zu ermitteln, sondern es kann eine Anordnung vorgesehen werden, so daß auf der Grundlage der Erfahrung der Bedienungsperson der Mittelwert eines objektseitigen Teilrasters oder eines objektseitigen Teilbildes gebildet werden kann.

Auf Grund dieses Vorganges kann die Farbverteilung weiter ausgedehnt und die Farbdifferenz unterscheidbar gemacht werden.

In Fig. 24 ist ein siebtes Ausführungsbeispiel gezeigt.

Bei diesem siebten Ausführungsbeispiel werden die Farbhervorhebung-Bestimmungsschaltung 3, die, wie z. B. aus Fig. 6 ersichtlich, einen Phasenschieber 35 aufweist, und eine Koordinatenbestimmungseinrichtung, wie z. B. ein Lichtstift oder eine Maus verwendet. Die Bedienungsperson bestimmt eine Farbe auf dem Bildschirm, während diese das Bild betrachtet, wobei diese Farbe als Bezugsfarbe festgelegt wird.

Die Koordinaten der Farbe, die mit Hilfe einer Koordinaten-Bestimmungseinrichtung 132, die in einer Erfas-

sungsschaltung 131 für eine bestimmte Farbe enthalten ist, festgelegt wurden, werden einer Treiberschaltung 133 zugeführt. In dieser Treiberschaltung 133 werden seriell übertragene Adressen in eine parallele Form umgewandelt. Das Ausgangssignal der Treiberschaltung 133 wird einem Vergleichler 134 zugeführt. Der Vergleichler 134 vergleicht Adressen, die von einem Adressengenerator 136 übertragen werden und für einen Speicher 138 in einem Videoprozessor 135 vorgesehen sind, mit Adressen der Koordinaten-Bestimmungseinrichtung 132. Sind die Adressen äquivalent, so gibt dieser Vergleichler 134 einen Impuls ab. Ein Signalspeicher 137 arbeitet so, daß die von dem Speicher 138, der in dem Videoprozessor 135 enthalten ist, abgegebenen Daten abgetastet werden, falls ein Impuls vom Vergleichler 134 am Signalspeicher 137 eintrifft. Trifft kein Impuls am Signalspeicher 137 ein, so werden die Daten gehalten. Die von dem Signalspeicher 137 ausgegebenen Signale  $R$ ,  $G$  und  $B$  werden einem D/A-Wandler 139 zugeführt, um in analoge Signale umgewandelt zu werden. Diese analogen Signale  $R$ ,  $G$  und  $B$  werden anschließend mit Hilfe einer Matrixschaltung 140 in Farbdifferenzsignale  $R-Y$  und  $B-Y$  umgewandelt. In einer Quadraturmodulationsschaltung 141 wird ein eingegebenes Farbdifferenzsignal einer Quadraturmodulation unterzogen. Das ausgegebene Signal wird daraufhin in einem Vergleichler 142 mit einer Nullspannung verglichen. Das Ausgangssignal des Vergleichers 142 wird dann einer Rücksetzklemme des Flip-Flops 38 angelegt. Infolge dieses Vorganges wird die in dem Bild bestimmte Farbe zu einem Bezugsfarbton (festgelegten Farbton) gemacht.

Fig. 25 verdeutlicht einen Hauptteil eines achten Ausführungsbeispiels.

Der Zweck dieses Ausführungsbeispiels entspricht dem des siebten Ausführungsbeispiels, wobei bei diesem siebten Ausführungsbeispiel jedoch ein anderer Schaltungsaufbau vorgesehen ist. Die Komponenten  $R$ ,  $G$  und  $B$  derjenigen Farbe, die als Bezugsfarbe bestimmt wurde, werden festgelegt und von der Erfassungsschaltung 131 für eine bestimmte Farbe abgegeben. Nach Empfang der abgegebenen Komponenten  $R$ ,  $G$  und  $B$  gibt ein ROM 143 ein Signal zum Steuern des Phasenschiebers 35 ab. Dieses Steuersignal wird zum Verschieben der Phase von  $\sin \alpha$  verwendet, so daß diese als Phase der Bezugsfarbe wirksam sein kann.

Die in der Erfassungsschaltung 131 für eine bestimmte Farbe vorgesehene Treiberschaltung 133 hält die Adressendaten bis die nächste Bestimmung durchgeführt wird, nachdem die Bezugsfarbe in dem Bild bestimmt wurde.

Wie oben beschrieben, wird bei dem siebten und achten Ausführungsbeispiel die Bestimmung einer Bezugsfarbe dadurch bewirkt, indem man eine Stelle im Bild festlegt. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß das Festlegen der Bezugsfarbe erleichtert wird.

Fig. 26 verdeutlicht das neunte Ausführungsbeispiel.

Dieses Ausführungsbeispiel verwendet eine Schaltung zum Begrenzen der farbverstärkten Signale  $R'$ ,  $G'$  und  $B'$ .

Die Signale  $(R-Y)'$  und  $(B-Y)'$  werden durch Ausführung einer Farbtonsteigerung und einer Sättigungssteigerung erhalten und einer Matrixumwandlung unterworfen, um die Signale  $R'$ ,  $G'$  und  $B'$  zu erzeugen. Die Signale  $R$ ,  $G$  und  $B$  weisen normalerweise eine Amplitude von 0 V bis 0,7 V von Spitze zu Spitze auf, wobei kein Signal mit einem negativen Signalpegel vorliegt. Abhängig von der Methode der Steigerung gibt es Fälle, bei denen irgendeines der Signale  $R'$ ,  $G'$  und  $B'$  nach der Matrixumwandlung 0,7 V überschreitet oder ein negatives Potential aufweist, wie dies durch die gestrichelte Linie in Fig. 27 dargestellt ist. Um das Auftreten dieses Phänomens zu verhindern, werden die Signale  $R'$ ,  $G'$  und  $B'$  in Begrenzerschaltungen 144, 145 bzw. 146 auf 0 V bis 0,7 V begrenzt. Auf diese Weise werden Ausgangssignale  $R''$ ,  $G''$  und  $B''$  erzeugt, die hinsichtlich einer oberen und unteren Grenze begrenzt sind. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, die Fehlfunktion einer Vorrichtung zu verhindern, die das Ausgangssignal der Farbhervorhebungsschaltung empfängt.

Obwohl bei der ersten Ausführungsform ein Beispiel dargestellt ist, bei dem die Erfindung bei einem Signalprozessor 10 für die im elektronischen Endoskop 9 eingebaute Bildabtasteinrichtung Anwendung findet, kann jedes Ausführungsbeispiel auch bei einem Signalprozessor 156 Anwendung finden, der für eine Fernsehkamera 155 vorgesehen ist, die eine Festkörperbildabtasteinrichtung (SID) 154, wie z. B. ein CCD-Element in einem Okularteil 153 eines optischen Endoskops 152 einer Endoskopvorrichtung 151 aufweist, wie dies in Fig. 28 gezeigt ist.

Bei diesem optischen Endoskop 152 ist ein Lichtleiter 158 zum Übertragen von Beleuchtungslicht in ein längliches Einführteil 157 eingesetzt. Steht das eintrittsseitige Ende dieses Lichtleiters 158 mit einer Lichtquelleneinrichtung 159 in Verbindung, so wird weißes Licht einer Lampe 161 mit Hilfe einer Kondensorlinse 162 konzentriert und dem eintrittsseitigen Ende des Lichtleiters 158 zugeführt. Mit diesem über den Lichtleiter 158 übertragenen weißen Beleuchtungslicht wird der zu betrachtende Gegenstand beleuchtet. Daraufhin wird ein Bild des beleuchteten Gegenstandes über ein am Kopfteil des Einführteils 157 befestigtes Objektiv 163 auf der eintrittsseitigen Stirnfläche eines Bildleiters 164 erzeugt. Das auf der eintrittsseitigen Stirnfläche des Bildleiters 164 erzeugte optische Bild wird über den Bildleiter 164 dann zu dessen austrittsseitigen Stirnfläche auf der Seite des Betätigungsteils 165 bzw. des Okularteils 153 übertragen. Dieses optische Bild kann visuell über ein Okular 166 betrachtet werden, das der austrittsseitigen Stirnfläche des Bildleiters gegenüberliegt. Wird die Fernsehkamera 155 an diesem Okularteil 153 befestigt, so wird ein über eine Abbildungslinse 167, die dem Okular 166 gegenüberliegt, ein Bild auf der Bildabtastfläche der Festkörperbildabtasteinrichtung 154 erzeugt. Auf dieser Bildabtastfläche ist ein Mosaikfilter 168 vorgesehen, das eine Farbtrennung für jedes Bildelement bewirkt.

Ein mit Hilfe der Festkörperbildabtasteinrichtung 154 auf fotoelektrischem Weg umgewandeltes Bildsignal wird nach dem Anlegen eines Steuerausgangssignals von Seiten einer SID-Treiberschaltung 169 ausgelesen und nach dessen Verstärkung durch einen Verstärker 171 in eine Mosaiktyp-Videoverarbeitungsschaltung 172 eingegeben, in der das Signal einer Farbtrennung unterzogen wird. Diese Videoverarbeitungsschaltung 172 gibt dann Farbdifferenzsignale  $R-Y$  und  $B-Y$  ab. Diese Farbdifferenzsignale  $R-Y$  und  $B-Y$  werden über eine erste Umschalteneinrichtung 173 in eine Farbhervorhebungsschaltung 1 (z. B. in die des ersten Ausführungsbeispiels) eingegeben. Die Farbdifferenzsignale  $(R-Y)'$  und  $(B-Y)'$ , die in der Farbhervorhebungsschaltung 1 hinsichtlich

der Farbe verstärkt wurden, werden über eine zweite Umschalteneinrichtung 174 in eine Inversmatrixschaltung 175 eingegeben und in drei Primärfarbsignale  $R$ ,  $G$  und  $B$  umgewandelt. Auf diese Weise kann das Bild in Farbe auf einem Farbmonitor 176 wiedergegeben werden, der mit den Primärfarbsignalen  $R$ ,  $G$  und  $B$  angesteuert werden kann.

5 Die erste und zweite Umschalteneinrichtung 173, 174 können nach dem Anliegen eines hochpegeligen Signals  $CS$  am Steuereingang umgeschaltet werden. Dieses Signal  $CS$  kann mit Hilfe eines EIN/AUS-Schalters 177 erzeugt werden, der an der Fernsehkamera 155 vorgesehen ist. Ist der Schalter 177 eingeschaltet, so nimmt das Signal einen hohen Pegel an, und die Umschalteneinrichtungen 173 und 174 werden zu den Seiten der Kontakte  $a$  geschaltet, so daß die Farbdifferenzsignale  $R-Y$  und  $B-Y$  in sättigungsgesteigerte Farbdifferenzsignale  $(R-Y)'$  und  $(B-Y)'$  infolge der Farbhervorhebungsschaltung 1 umgewandelt werden. Diese Farbdifferenzsignale  $(R-Y)'$  und  $(B-Y)'$  werden über die Inversmatrixschaltung 175 in Farbe auf den Monitor 176 wiedergegeben.

10 Befindet sich andererseits der Schalter 177 in AUS-Stellung, so werden die Umschalteneinrichtungen 173 und 174 auf die Seiten der Kontakte  $b$  geschaltet, wie dies in Fig. 28 gezeigt ist, und ein Bild des Gegenstandes wird mit Hilfe der unbearbeiteten Farbdifferenzsignale  $R-Y$  und  $B-Y$ , die die Farbhervorhebungsschaltung 1 nicht durchlaufen haben, in Farbe angezeigt.

15 Bei dieser Endoskopvorrichtung 151 ist die Bedienungsperson in der Lage, die Farbhervorhebungsfunktion mit Hilfe des Schalters 177 in Betrieb zu setzen oder auszuschalten. Dabei ist es von Vorteil, daß dieser Schalter 177 im Bereich der Hand liegt.

Bei der Endoskopvorrichtung 151 ist der Schalter 177 zum Bewirken der EIN/AUS-Steuerung der Farbhervorhebungsfunktion an der Fernsehkamera 155 vorgesehen, die an dem Okularteil 153 des optischen Endoskops 152 befestigt ist. Wie aus Fig. 29 ersichtlich, kann ein EIN/AUS-Schalter 183 zum Steuern der Inbetriebsetzung und Außerbetriebsetzung der Farbhervorhebungsfunktion auch an einem Betätigungsteil 182 eines elektronischen Endoskops 181 vorgesehen sein. Das in Fig. 29 gezeigte elektronische Endoskop ist im wesentlichen mit dem in Fig. 6 gezeigten Endoskop identisch, wobei jedoch auf der Bildabtafelfläche der Festkörperabtafleinrichtung 14 ein Mosaikfilter 184 vorgesehen ist und wobei entsprechende identische Elemente in Fig. 29 durch identische Bezugszeichen gekennzeichnet sind. An dem Betätigungsteil 182, an dem der EIN/AUS-Schalter 183 vorgesehen ist, ist gewöhnlich ein krummlinig begrenzter Betätigungsknopf 185 vorgesehen. Durch Drehen dieses Knopfes 185 kann die distale Endseite des Einführteils 12 vertikal oder horizontal gebogen werden, um die Richtung des Gesichtsfeldes zu ändern. Übrigens sind ein Signalkabel des SID 14, eine Steuerleitung des EIN/AUS-Schalters 183 und der Lichtleiter 15 durch eine Universalanschlußschnur 186 hindurchgeführt, die vom Betätigungsteil 182 wegragt. Ein nicht gezeigter Signalstecker dieser Universalanschlußschnur kann mit dem in Fig. 28 gezeigten Signalprozessor 156 verbunden werden, während das eintrittsseitige Ende des Lichtleiters 15 mit der Lichtquelleneinrichtung 159 verbunden werden kann.

30 Ferner können verschiedene andere Ausführungsbeispiele durch teilweises Kombinieren der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele aufgebaut werden.

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

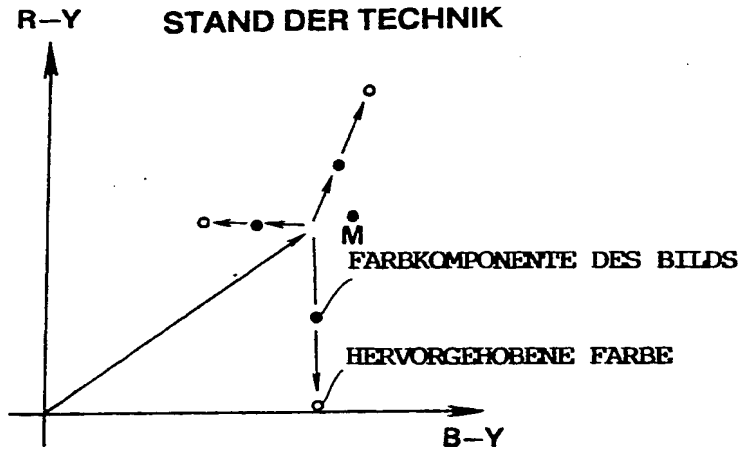


FIG. 2

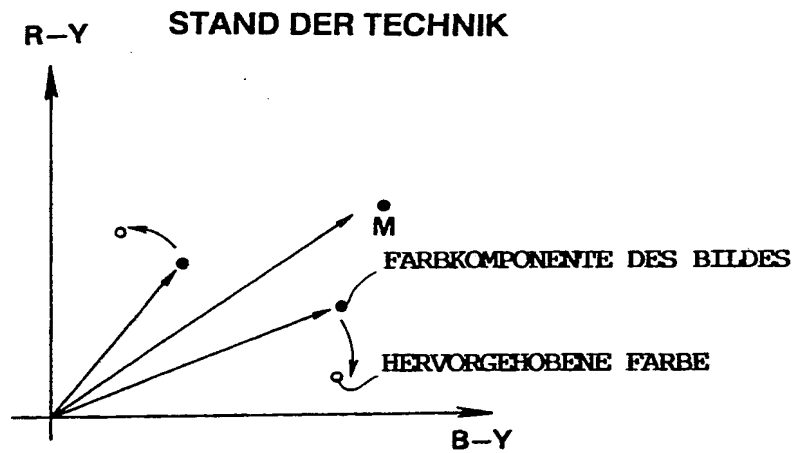


FIG. 3

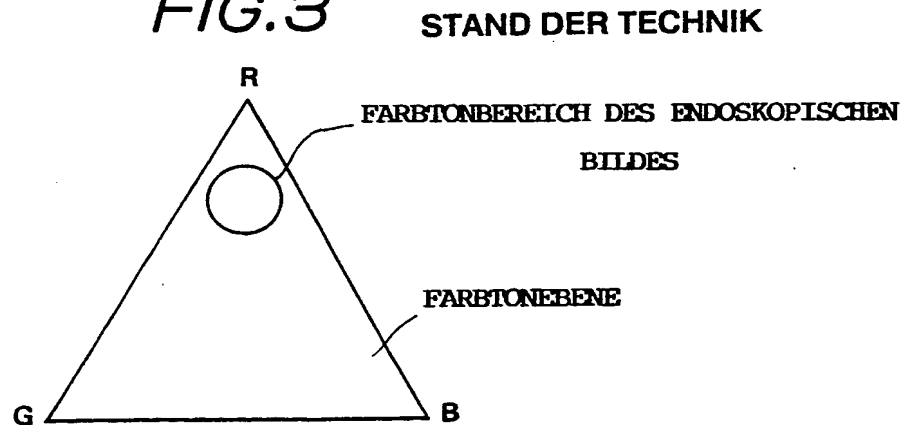


FIG. 4

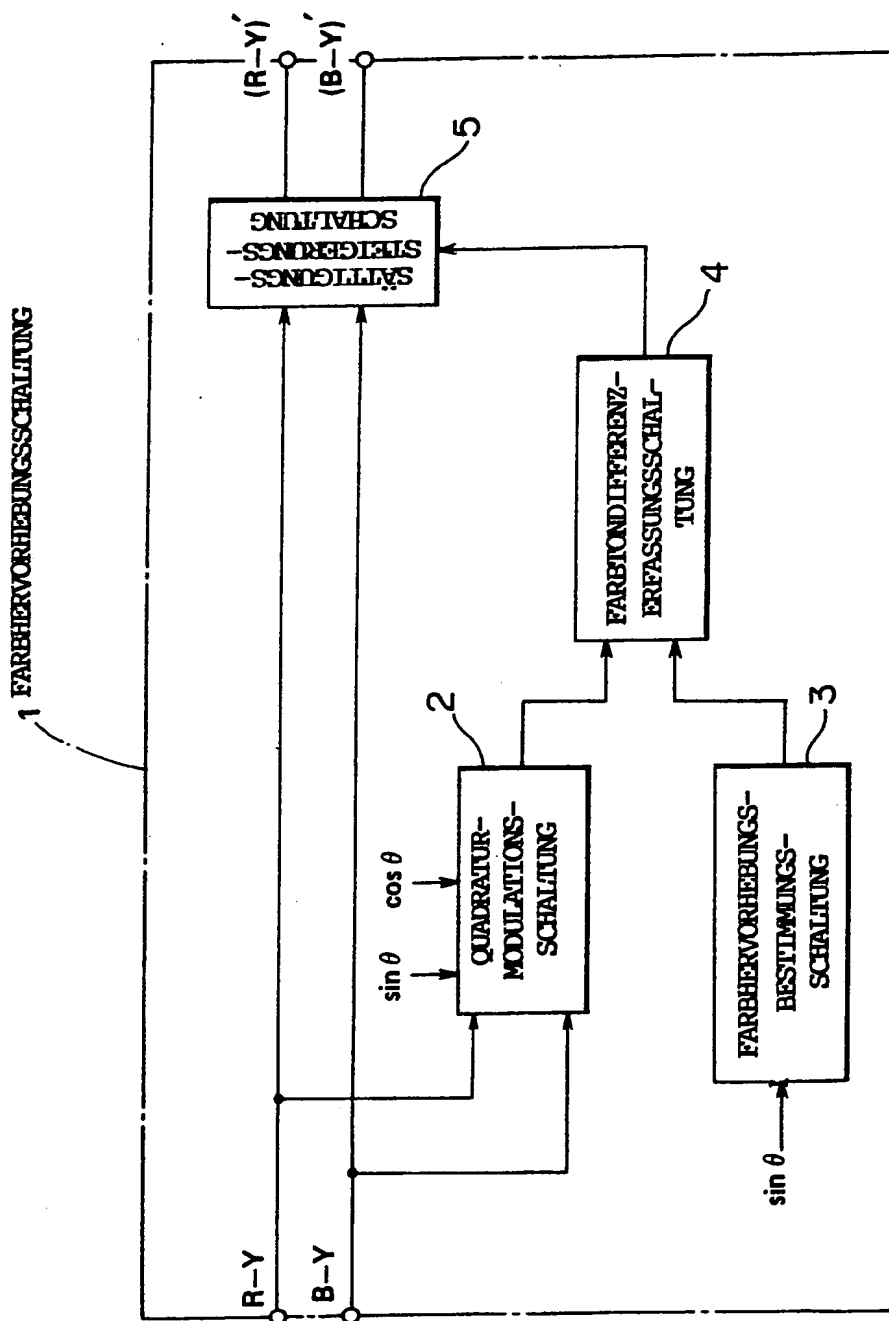
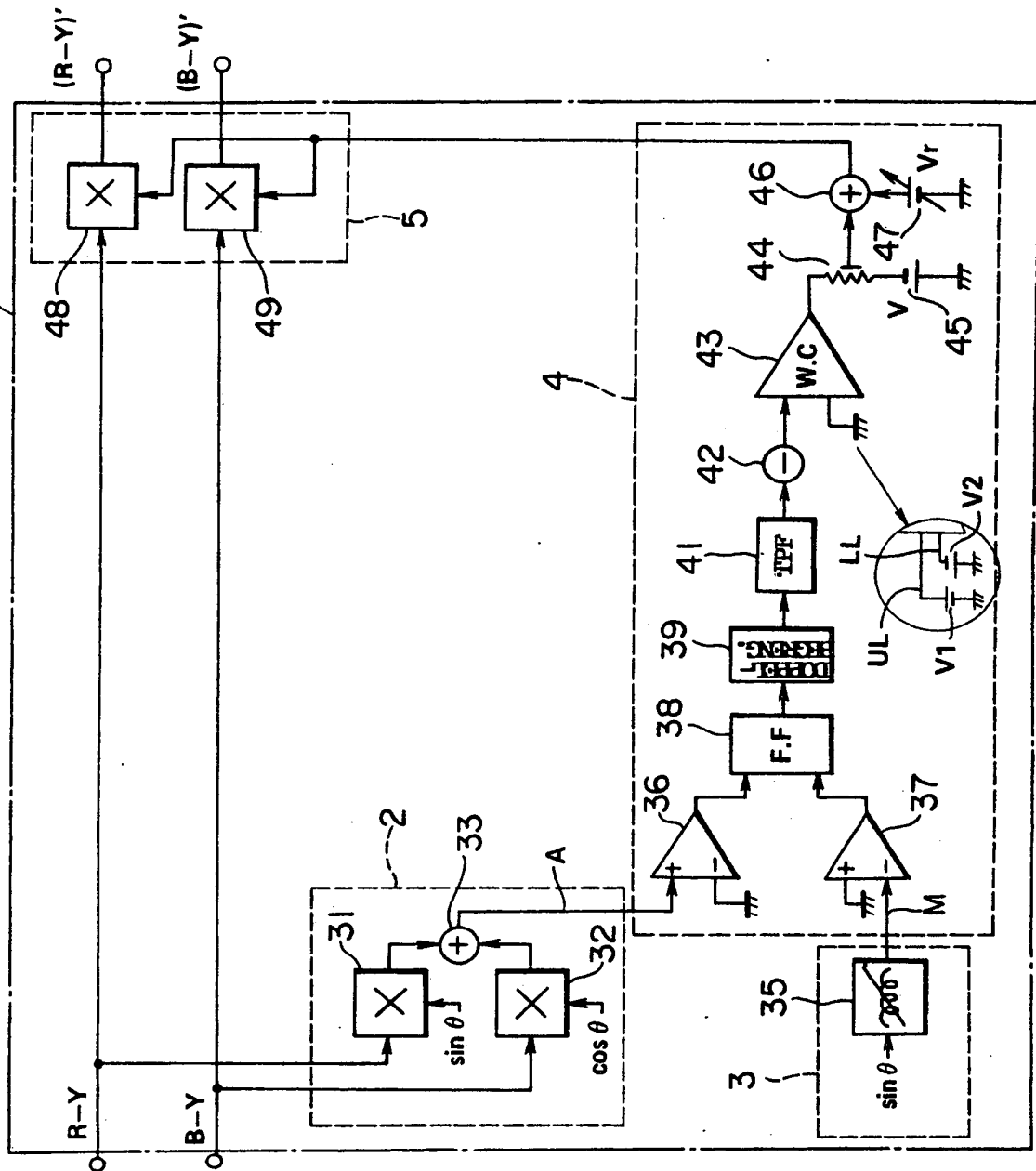
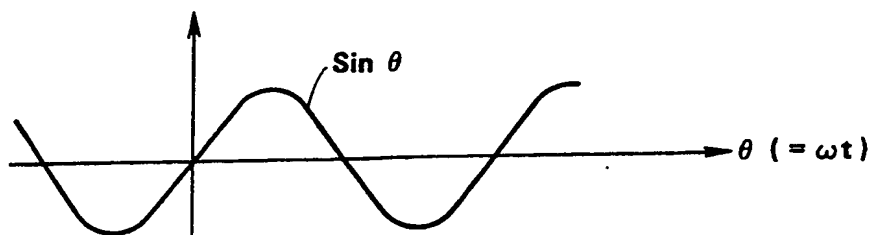
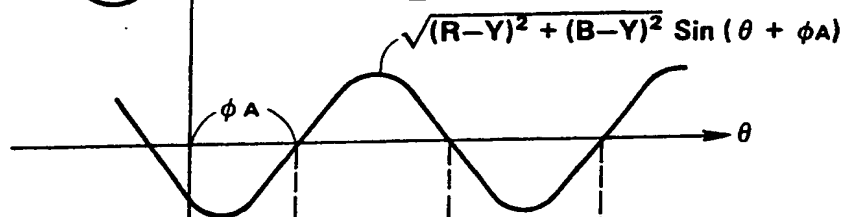
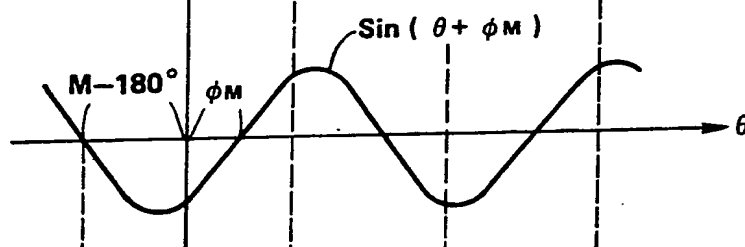
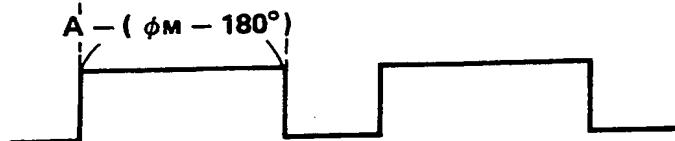
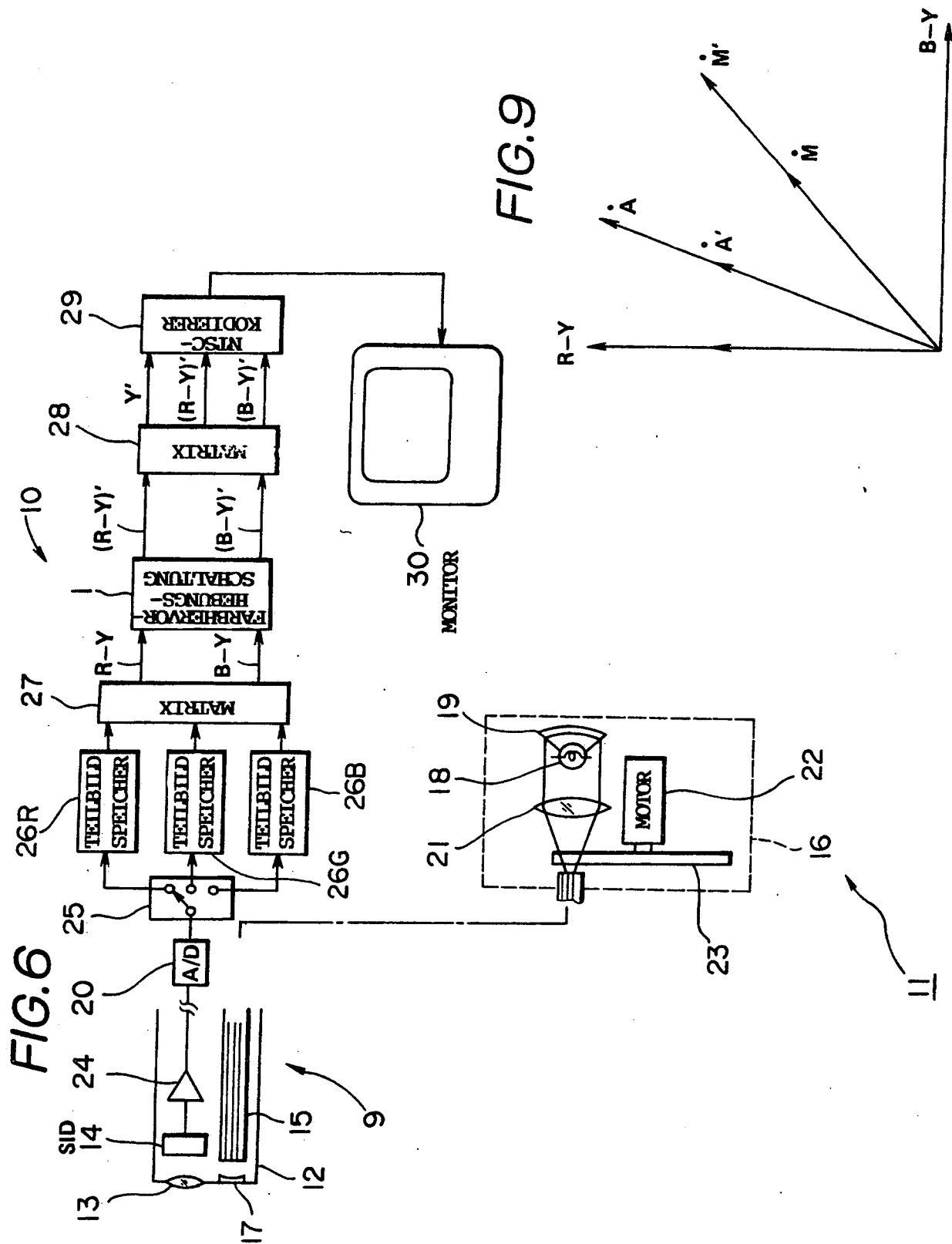




FIG. 5



**FIG. 7a**EINGANGSSIGNAL ZUM  
MULTIPLIZIERER 31**FIG. 7b**AUSGANGSSIGNAL DES  
ADDIERERS 33**FIG. 7c**AUSGANGSSIGNAL DES  
PHASENSCHIEBERS 35**FIG. 7d**AUSGANGSSIGNAL DER  
VERGLEICHSEINRICHTUNG 36**FIG. 7e**AUSGANGSSIGNAL DER  
VERGLEICHSEINRICHTUNG 37**FIG. 7f**AUSGANGSSIGNAL DES  
FLIP-FLOP 38



**FIG. 8a**

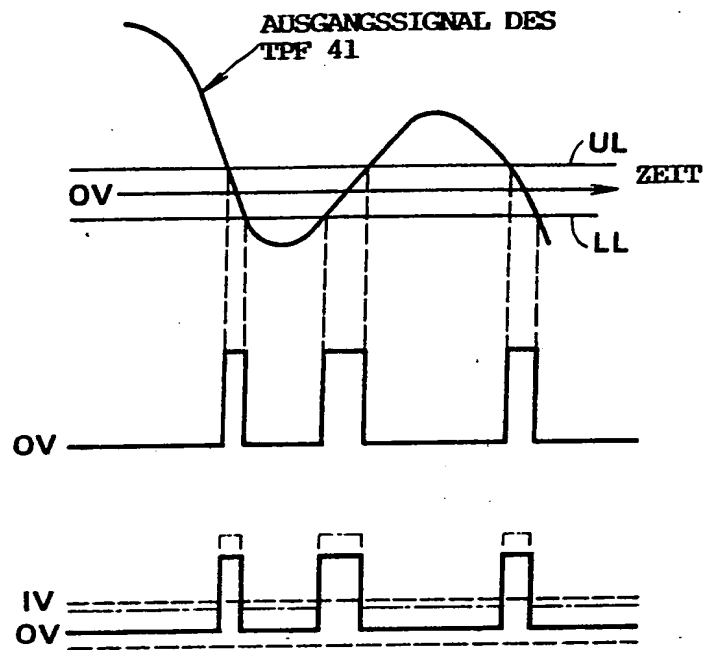
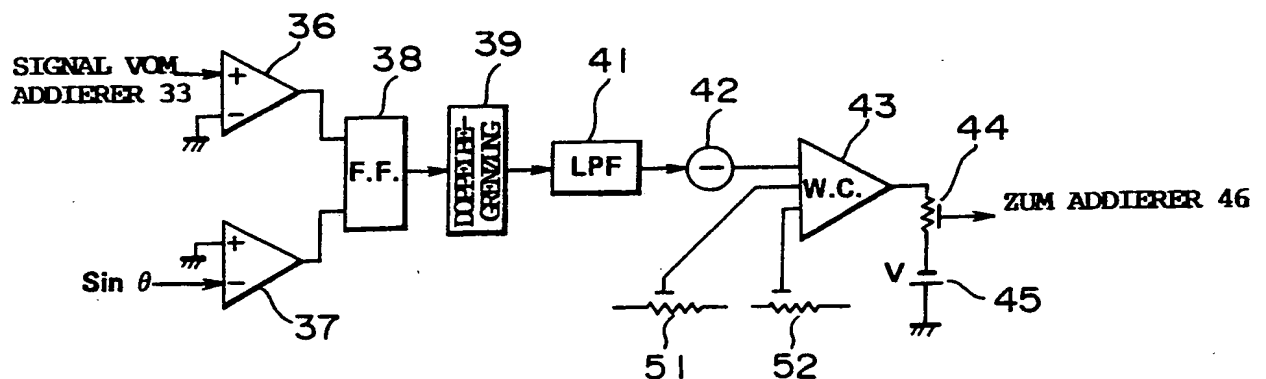
OBERER UND UNTERER  
SCHWELLENPEGEL DER  
FENSTERVERGLEICHS-  
EINRICHTUNG

**FIG. 8b**

AUSGANGSSIGNAL DER

**FIG. 8c**

AUSGANGSSIGNAL DES  
ADDIERERS 46

**FIG. 10**

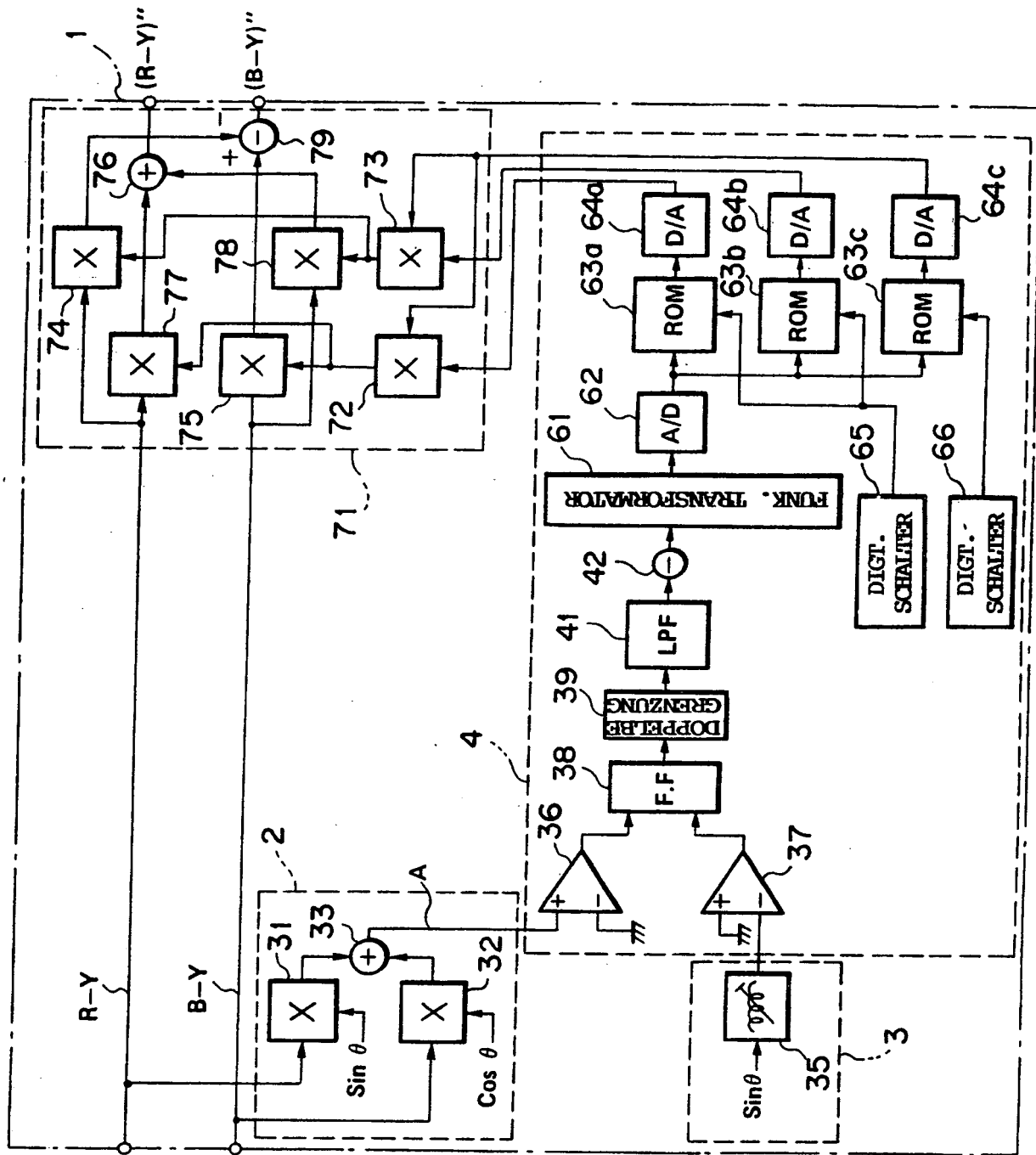


FIG.12

SPANNUNG, DIE  
+180° ENTSPRICHT

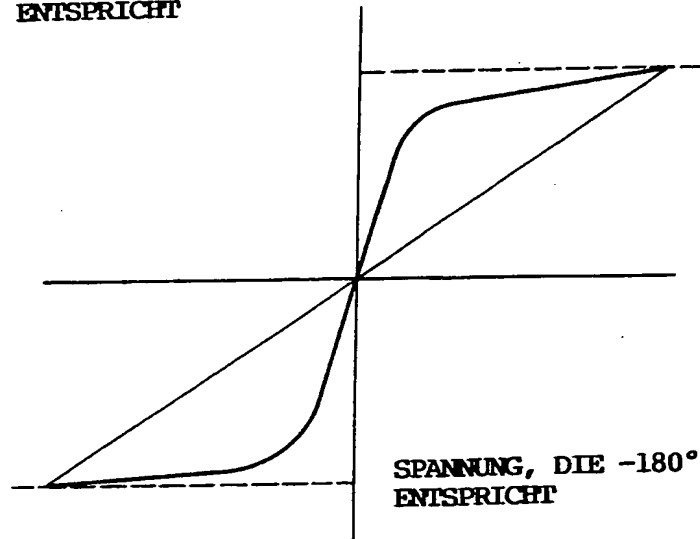


FIG.14

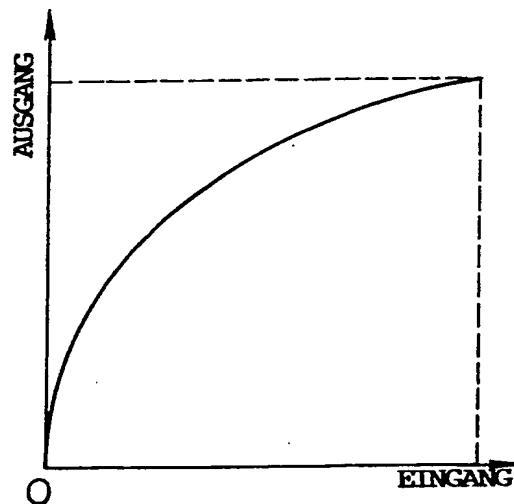
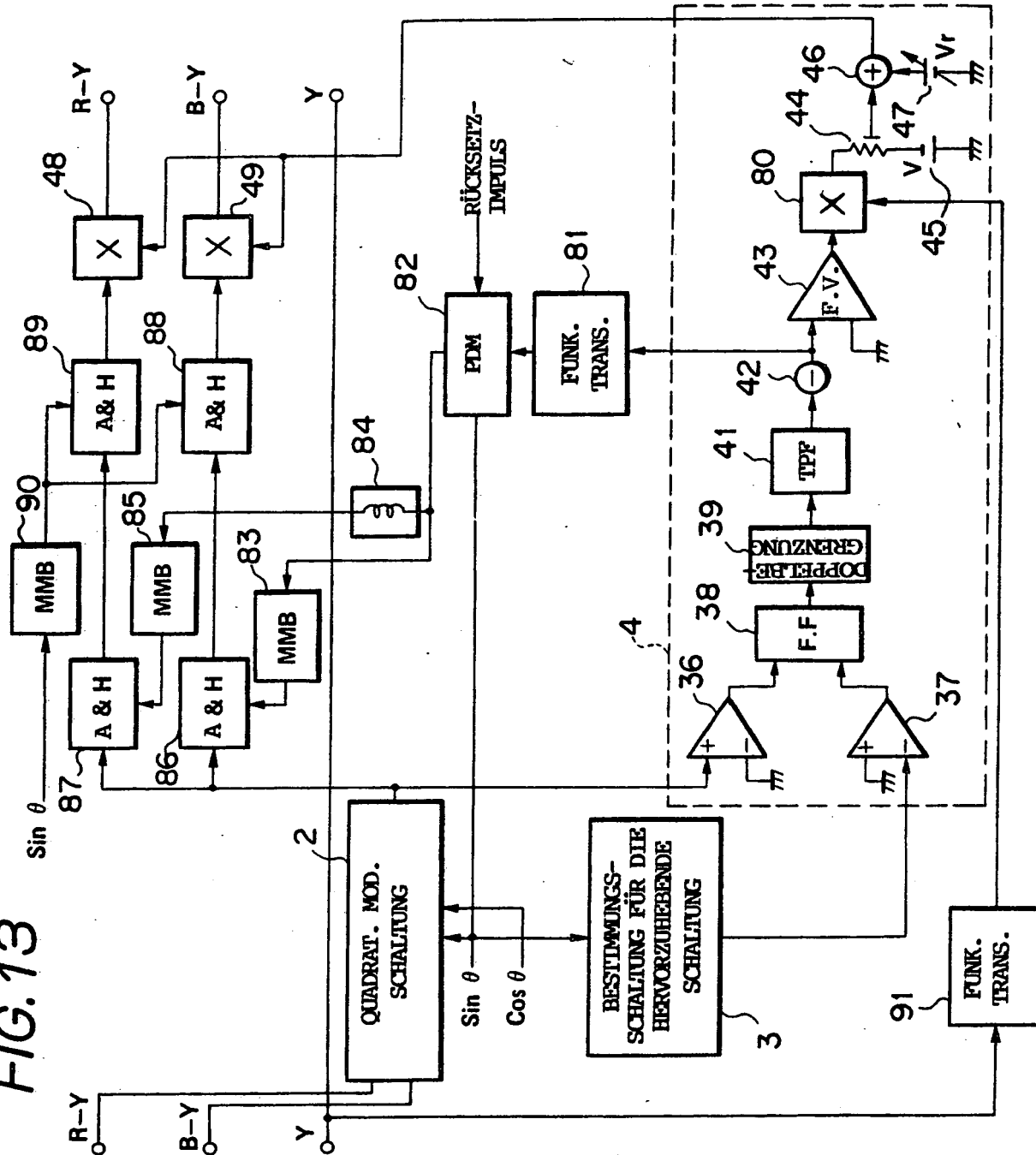


FIG. 13





3809967

FIG.15

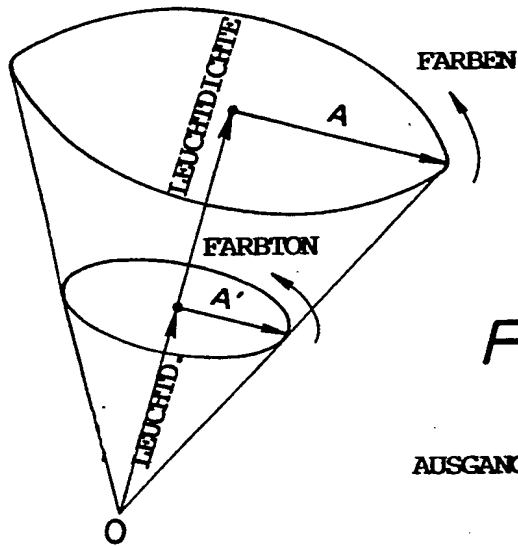


FIG.16

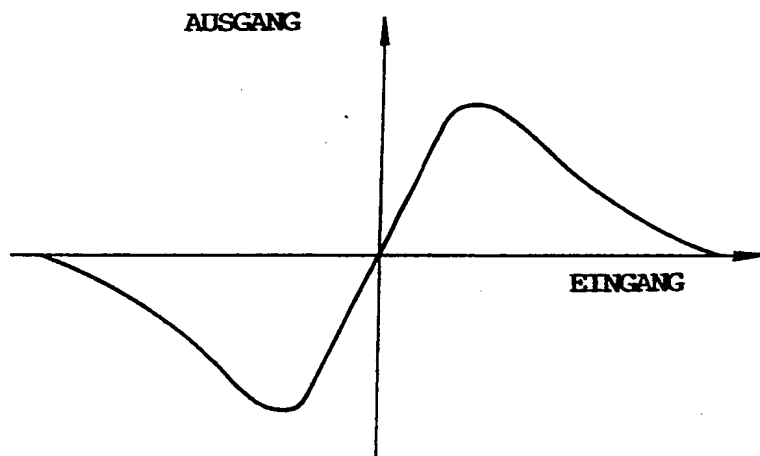
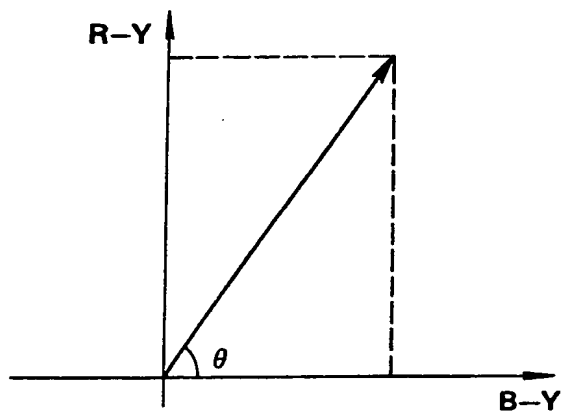
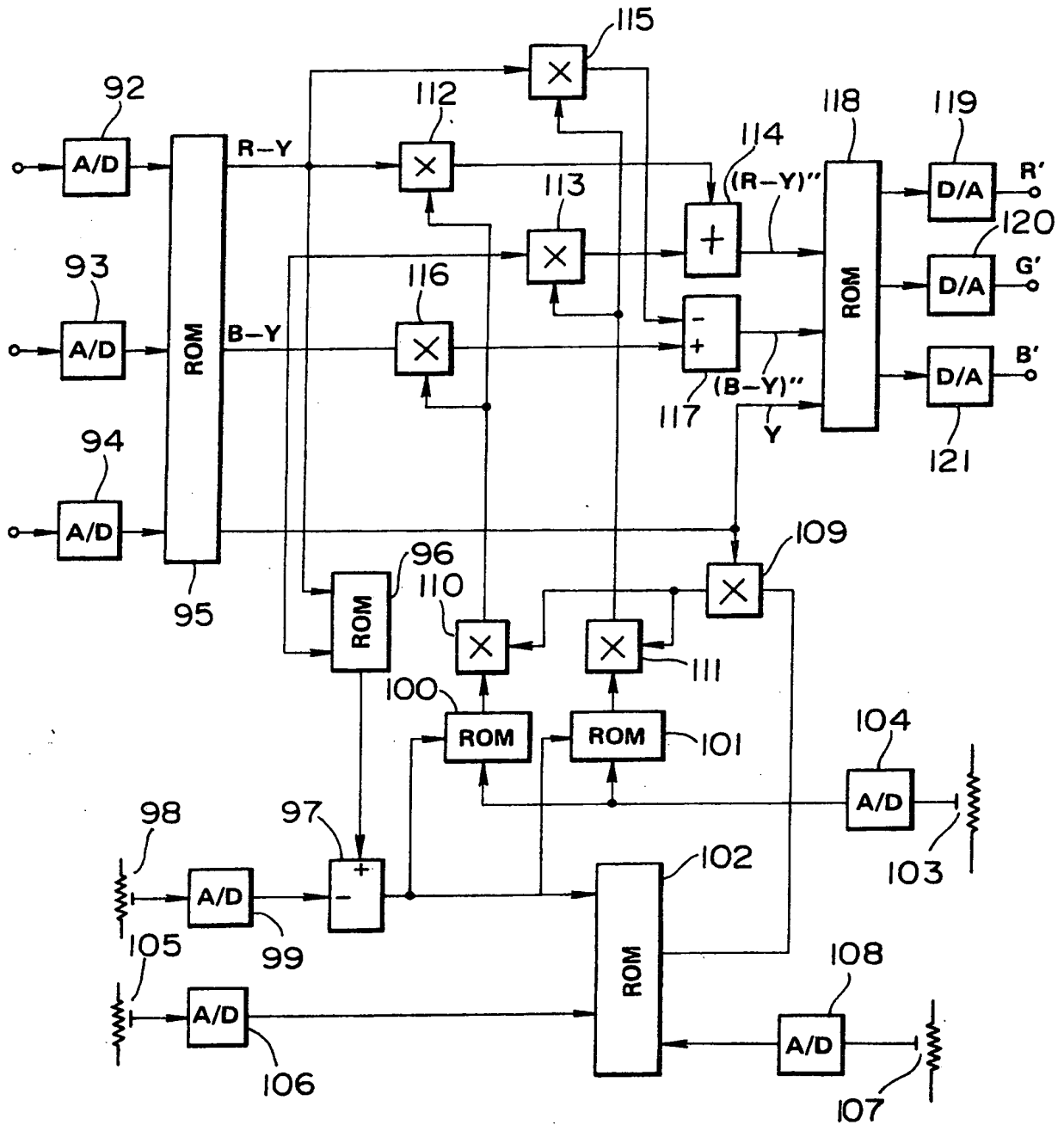


FIG.18



3809967

FIG.17



3809967

FIG. 19

AUSGANGSSIGNAL  
DER F.V. 43

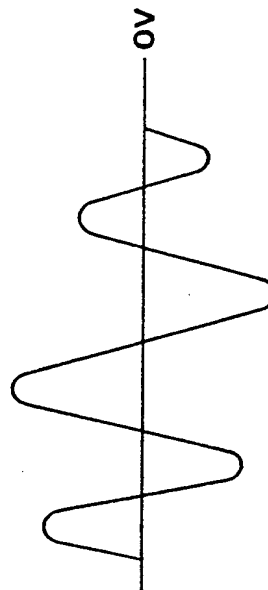
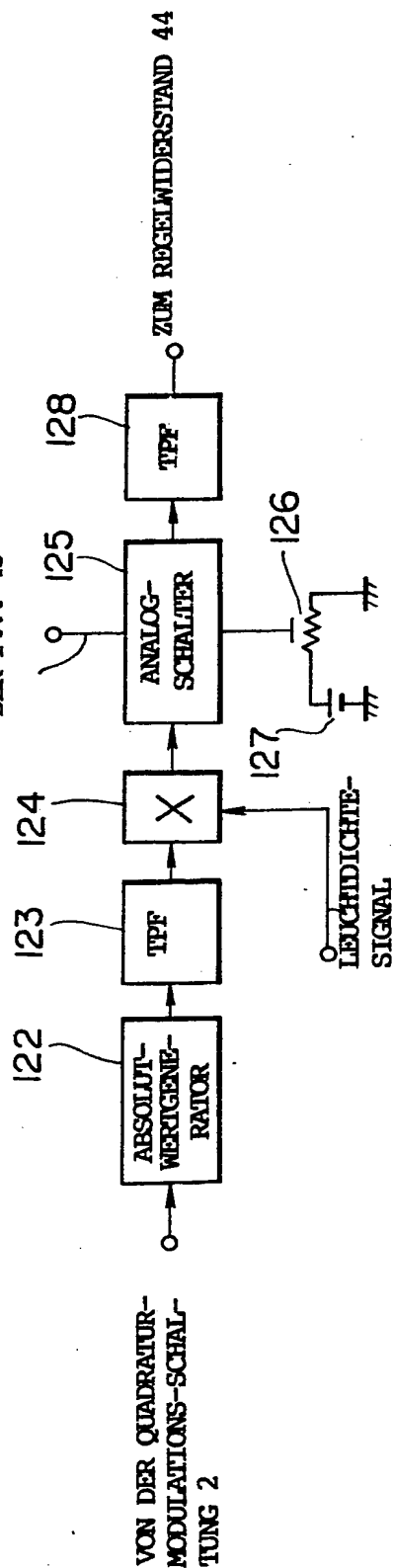


FIG. 20a

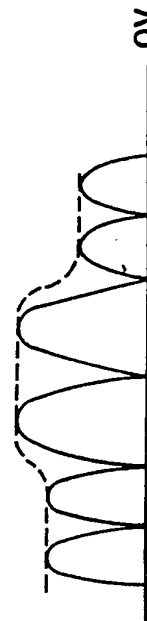


FIG. 20b

3809967

Fig. : 44:11

FIG.21a

AUSGANGSSIGNAL DER  
FENSTER-VERGLEICHS-  
EINRICHTUNG 43



FIG.21b

AUSGANGSSIGNAL DES  
MULTIPLIZIERERS

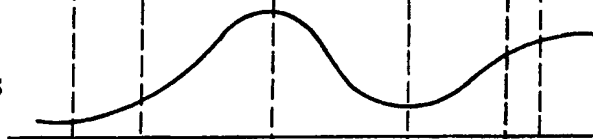


FIG.21c

AUSGANGSSIGNAL DES  
REGELWIDERSTANDS 126

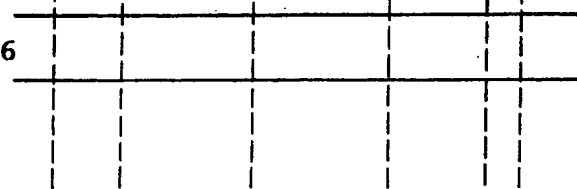


FIG.21d

AUSGANGSSIGNAL DES  
ANALOGSCHALTERS

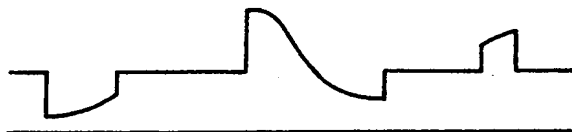
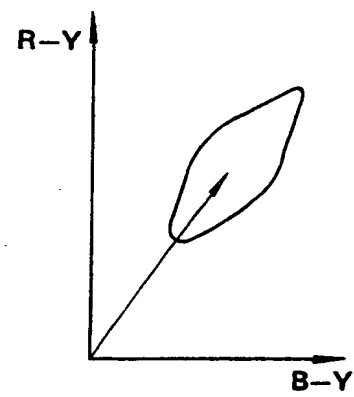
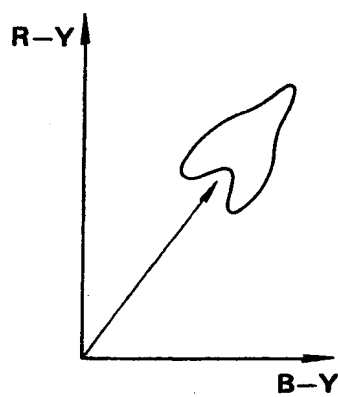
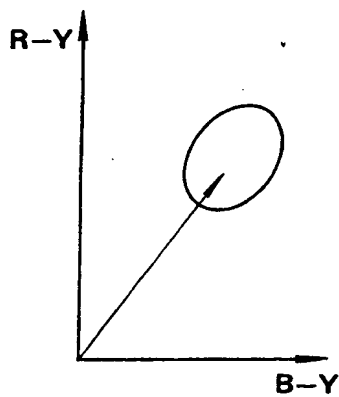


FIG.22a FIG.22b FIG.22c



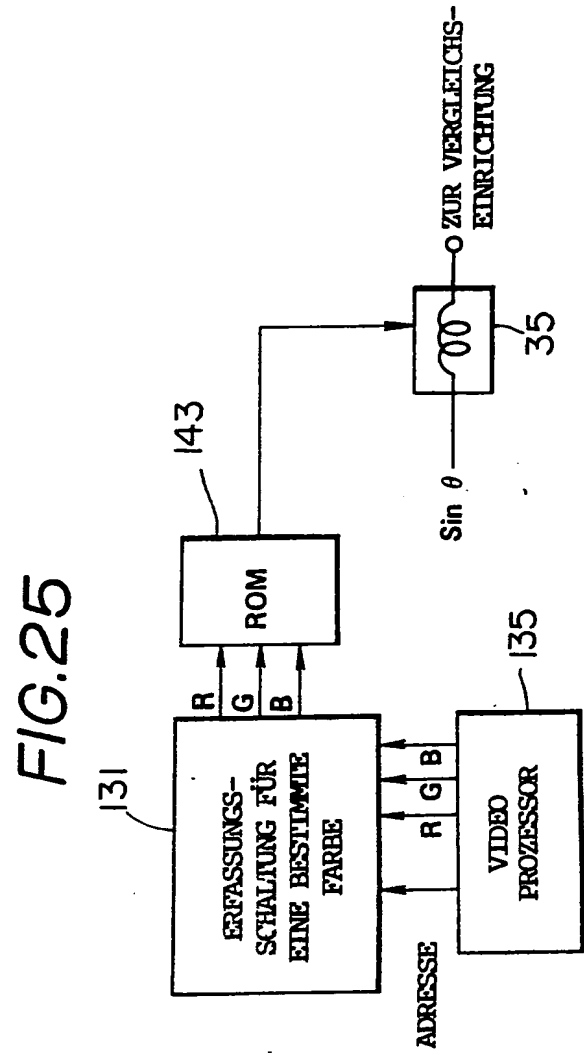
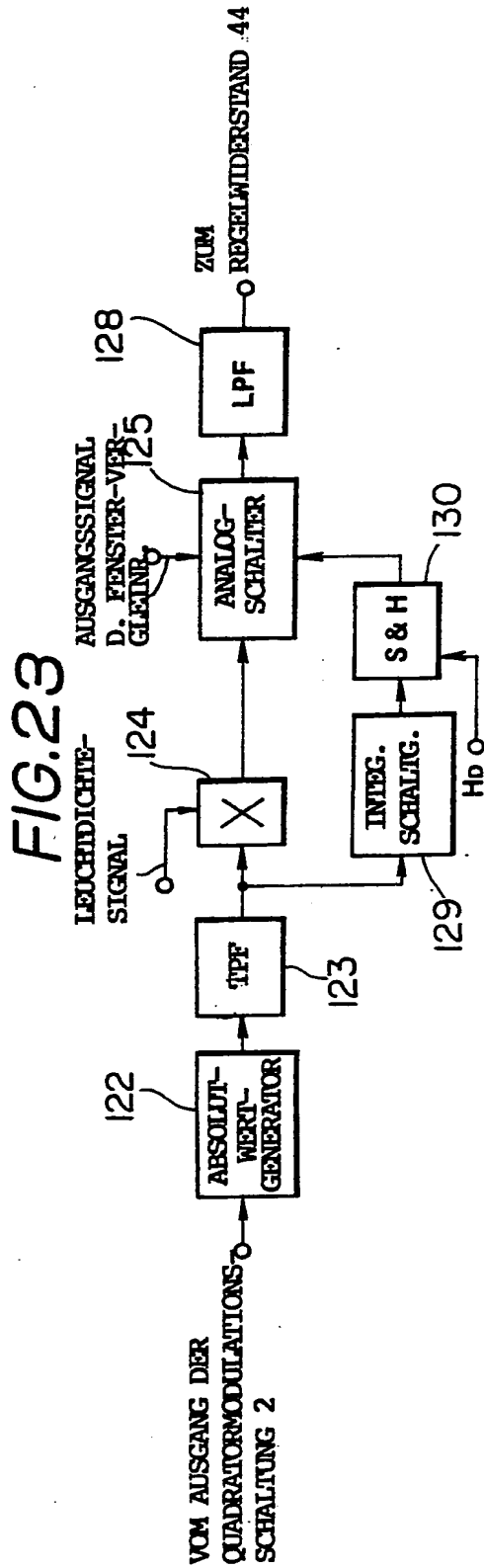
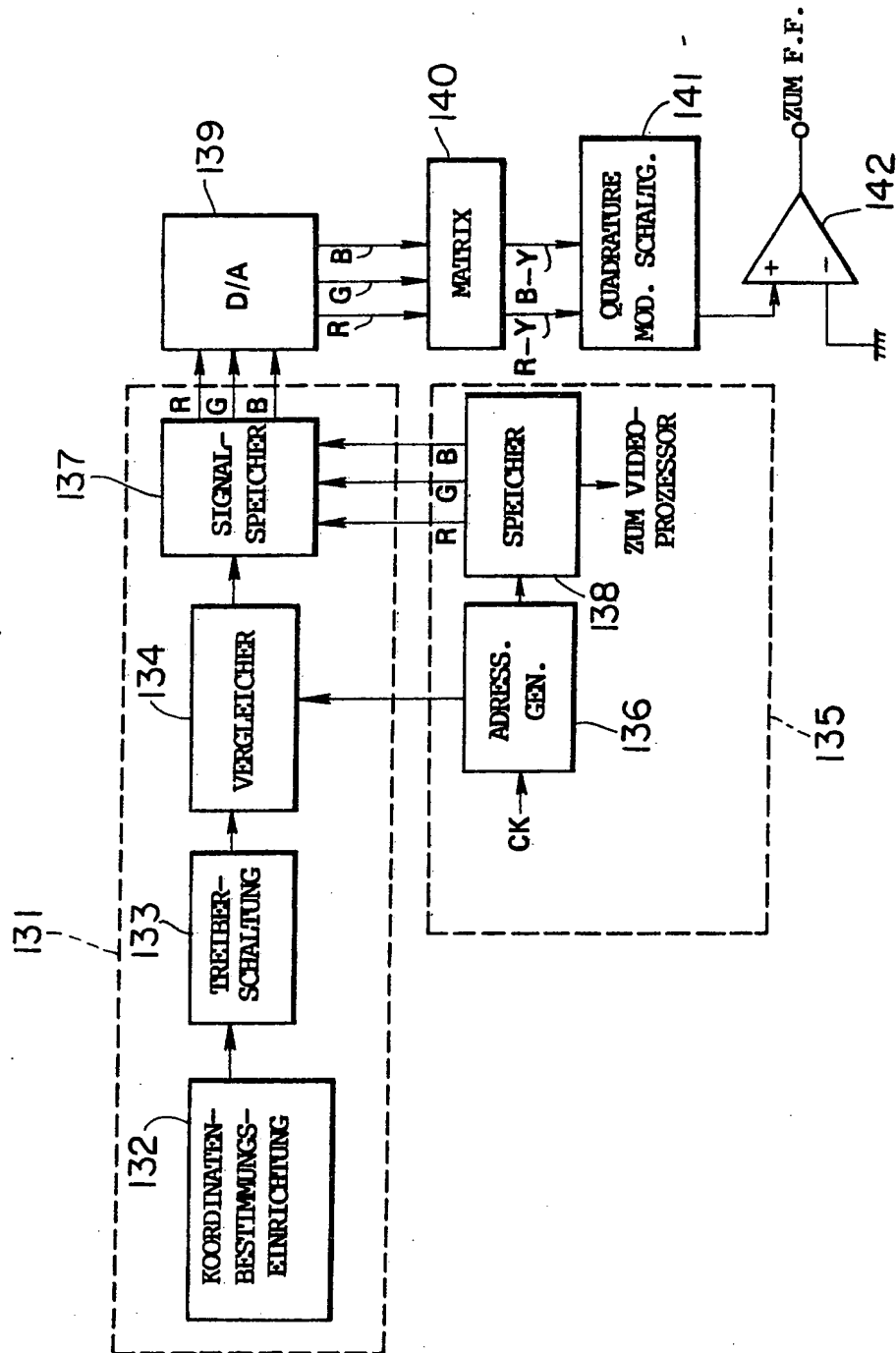


FIG. 24



3809967

FIG.26

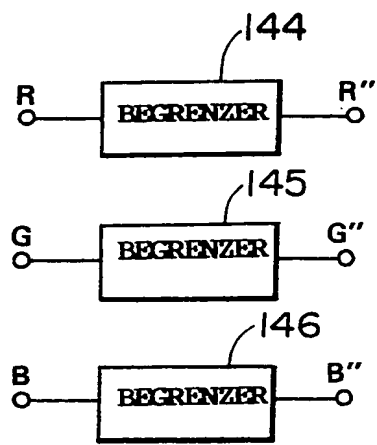


FIG.27

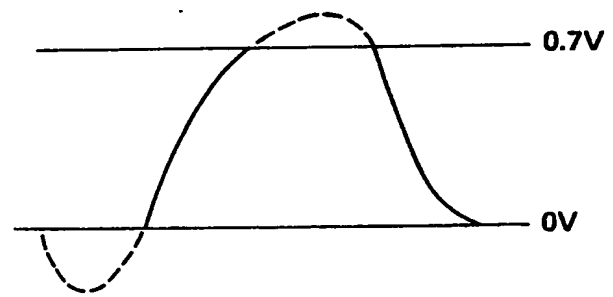


FIG.29

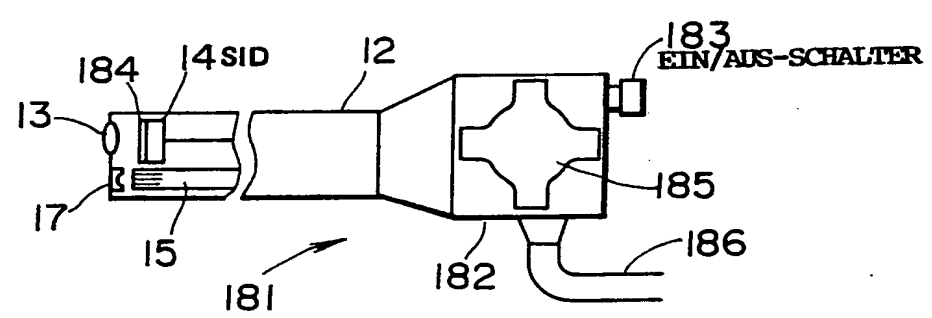
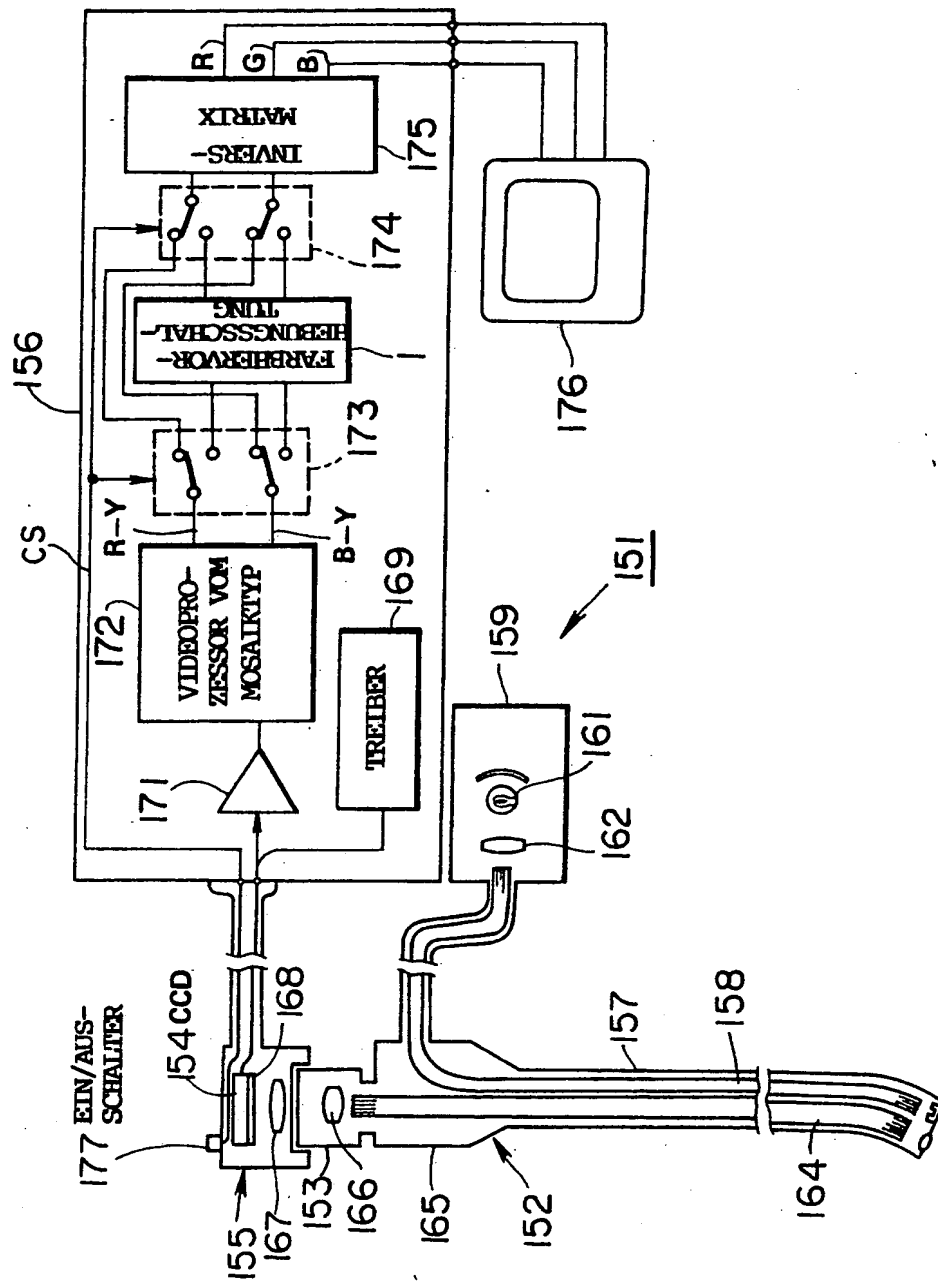




FIG. 28



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**